



TUGAS AKHIR – RC141501

**STUDI PENENTUAN LOKASI RUNWAY 2 DENGAN  
MEMPERHATIKAN KONTUR KEBISINGAN  
BANDARA JUANDA**

DAVIQ YEPTI EDIK  
NRP 3111 100 157

Dosen Pembimbing  
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD  
Nursakti Adhi Pratomoatmojo, ST., MSc

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**STUDI PENENTUAN LOKASI RUNWAY 2 DENGAN  
MEMPERTIMBANGKAN KONTUR KEBISINGAN  
BANDARA JUANDA**

DAVIQ YEPTI EDIK  
NRP. 3111 101 157

Dosen Pembimbing :  
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD  
Nursakti Adhi Pratomoatmojo, ST., MSc

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



FINAL PROJECT – RC14-1501

**STUDY OF DETERMINING LOCATION RUNWAY 2  
TAKING THE AIRPORT NOISE CONTOUR  
JUANDA**

DAVIQ YEPTI EDIK  
NRP. 3111 100 157

Supervisor  
Ir. Ervina Ahyudanari, ME, PhD  
Nursakti Adhi Pratomoatmojo, ST., MSc

CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017

## LEMBAR PENGESAHAN

### STUDI PENENTUAN LOKASI RUNWAY 2 DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KONTUR KEBISINGAN BANDARA JUANDA

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Bidang Studi Transportasi

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknologi Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**Daviq Yepti Edik**

**Nrp. 3111100157**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

2. Nursakti Adhi Pratomoatmojo, ST, MSc



SURABAYA

Januari 2017

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

# **STUDI PENENTUAN LOKASI RUNWAY 2 DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KONTUR KEBISINGAN BANDARA JUANDA**

**Nama Mahasiswa : Daviq Yepti Edik**

**NRP : 31 11 100 157**

**Jurusan : Teknik Sipil FTSP – ITS**

**Dosen Pembimbing : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D**

**Nursakti Adhi Pratomoatmojo, ST., MsC**

## **Abstrak**

Bandara Juanda merencanakan untuk membangun *runway* 2 disisi timur terminal 2. Posisi *runway* dan gedung terminal perlu direncanakan agar tidak termasuk wilayah Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) dari *runway* 1 yang sudah ada.

Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan adalah wilayah daratan dan/atau perairan dan ruang udara di sekitar bandar udara yang dipergunakan untuk kegiatan operasi penerbangan dalam rangka menjamin keselamatan penerbangan.

Pada KKOP tidak dibenarkan adanya bangunan atau benda tumbuh, baik yang tetap (*fixed*) maupun dapat berpindah (*mobile*), yang lebih tinggi dari batas ketinggian yang diperkenankan sesuai dengan *Aerodrome Reference Code* (Kode Referensi Landas Pacu) dan *Runway Classification* (Klasifikasi Landas Pacu) dari suatu bandar udara.

KKOP suatu bandara merupakan kawasan yang relatif sangat luas, mulai dari pinggir landas pacu yang disebut *runway strip* membentang sampai radius 15 km dari ARP dengan ketinggian berbeda – beda sampai 145 m relatif terhadap AES. Kawasan permukaan yang paling kritis terhadap adanya halangan (*obstacle*) adalah Kawasan Pendekatan dan Lepas landas (*approach and take off*), Kawasan Kemungkinan Bahaya Kecelakaan, Kawasan di Bawah Permukaan Transisi, dan

Kawasan di Bawah Permukaan Horizontal Dalam. Dalam penentuan lokasi untuk *runway* 2, akan dilakukan juga evaluasi kebisingan pesawat terhadap wilayah di sekitar bandara juanda. Kebisingan yang dikeluarkan oleh mesin pesawat dapat mengganggu aktivitas wilayah disekitarnya dalam jangka waktu panjang. Keperluan lahan untuk peletakan navigasi juga menjadi salah satu pertimbangan. Pertimbangan lain adalah berkaitan dengan aksesibilitas dari terminal yang sudah ada. Informasi perkiraan lokasi *runway* 2 ini akan membantu pihak perencanaan bandara dalam mempersiapkan disain struktur landasan dan bangunan lain di area Timur bandara yang ada, dimana untuk lokasi *runway* 2 Bandara Juanda adalah 7°20'57.8"S 112°51'05.7"E.

***Kata Kunci : KKOP, Runway, Kebisingan***

# **STUDY OF DETERMINING LOCATION RUNWAY 2 TAKING THE AIRPORT NOISE CONTOUR JUANDA**

**Name** : Daviq Yepti Edik  
**NRP** : 31 11 100 157  
**Department** : Civil Engineering FTSP - ITS  
**Supervisor** : Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D.  
Nursakti Pratomoatmojo Adhi, ST., MsC

## ***Abstract***

*Juanda Airport is planning to build a second runway at the eastern side terminal 2. The position of the runway and the terminal building need to be planned so as not including the Flight Operations Safety Zone (KKOP) of runway one that already exists.*

*Regional Operations Flight Safety is the area of land and / or water and air space around airports used for the flight operations in order to ensure flight safety.*

*In KKOP not justified their buildings or objects grow, both fixed (fixed) and can move (mobile), which is higher than the height limit permitted in accordance with the Aerodrome Reference Code (Code Reference Landing Runway) and Runway Classification (Classification Landing Runway) of an aerodrome.*

*KKOP a regional airport is relatively very broad, ranging from the edge of the runway, called runway strip extends to a radius of 15 km from ARP with different heights - from roughly 145 m relative to AES. Surface area of the most critical of the presence of obstacle (obstacle) is the approach region and Takeoff (approach and take-off), Regional Accident Hazards Possible, Subsurface Region in Transition, and the region in Subsurface Horizontal In. In determining the location for the runway 2, will be also evaluation of aircraft noise to the area surrounding the airport juanda. Noise released by aircraft engines can disrupt the activity of the surrounding area in the*



*long term. Land for the purposes of laying navigation is also becoming one of the considerations. Another consideration is related to the accessibility of the existing terminal. Information approximate location of this second runway will help the airport planners in preparing the design of foundation structures and other buildings in the Eastern area of the airport there. And for the second runway location Juanda Airport is 7°20'57.8"S 112°51'05.7"E.*

***Keywords: KKOP, Runway, Noise***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah yang Maha Pengasih dan Penyayang karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Studi Penentuan Lokasi *Runway* 2 dengan Mempertimbangkan Kontur Kebisingan Bandara Juanda”.

Dalam penyusunan tugas akhir, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada orang tua penulis yang terus memberikan dukungan sampai selesainya tugas akhir ini.
2. Ir. Eryina Ahyudanari, ME, PhD dan Nursakti Adhi Pratomoatmojo, ST., MSc selaku dosen pembimbing yang telah dengan sepenuh hati memberikan ilmunya sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
3. Seluruh dosen penguji, Istiar, ST. MT, Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD, Ir. Wahyu Herijianto, MT dan Budi Rahardjo, ST. MT program studi Teknik Sipil ITS yang telah memberikan dan mencurahkan ilmunya kepada penulis selama menempuh studi.
4. Teman-teman Angkatan Teknik Sipil ITS yang telah memberikan dukungan sampai selesainya proposal tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan proposal tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata, semoga usulan penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 13 Januari 2017

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

# DAFTAR ISI

	HALAMAN
JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv

## BAB I

### PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat .....	4

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

2.1 <i>Runway</i> .....	5
2.1.1. Sistem <i>Runway</i> .....	5
2.1.2. Panjang <i>Runway</i> .....	6
2.1.3. Lebar <i>Runway</i> .....	7
2.2 <i>Taxiway</i> .....	8
2.3 <i>Imaginary Surface</i> .....	8
2.3.1. Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan.....	8
2.3.2. Alat Bantu Navigasi Penerbangan.....	12
2.4 Kontur Kebisingan.....	15
2.4.1 Zona Kebisingan .....	15
2.4.2 Kontur Kebisingan .....	16
2.5 Analisis Penentuan Lokasi <i>Runway 2</i> .....	18

### **BAB III**

#### **METODOLOGI**

3.1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir.....	23
3.2 Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir.....	24
3.2.1. Tinjauan Pustaka .....	24
3.2.2. Pengumpulan Data Sekunder .....	24
3.2.3. Perhitungan.....	25
3.2.4. Analisis Keselamatan Penerbangan.....	26
3.2.5. Analisis Kebisingan.....	27
3.2.6. Aksesibilitas.....	30
3.2.7. Gambar Layout Lengkap.....	31

### **BAB IV**

#### **ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Perhitungan <i>Runway</i> .....	33
4.1.1. <i>Runway Shoulder</i> .....	35
4.1.2. <i>Taxiway</i> .....	37
4.2 <i>Imaginary Surface</i> .....	38
4.2.1. Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP).....	38
4.2.2. <i>Approach Lighting</i> .....	44
4.3 Kebisingan .....	45
4.3.1. Perhitungan Kebisingan Pesawat.....	45
4.3.2. Kontur Kebisingan.....	57

### **BAB V**

#### **PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran .....	66

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	67
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	69
-----------------------	----

<b>BIODATA PENULIS</b> .....	71
------------------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 1.1	Lokasi Bandara Juanda ..... 1
Gambar 1.2	Perkiraan Lokasi <i>Runway</i> 2..... 2
Gambar 2.1	Sistem <i>Runway</i> ..... 6
Gambar 2.2	Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan 1..... 11
Gambar 2.3	Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan 2..... 12
Gambar 2.4	Mesin <i>GP7200</i> ..... 16
Gambar 2.5	Ketinggian Penerbangan Pesawat dengan ROC dan IAS ..... 17
Gambar 2.6	Hubungan <i>Glide Slope</i> ,Tinggi,Jarak dan Waktu ..... 19
Gambar 2.7	Sistem <i>VASI</i> dengan 2 Bar ..... 20
Gambar 2.8	Sistem <i>PAPI</i> ..... 20
Gambar 2.9	<i>Calvert Approach Lighting System</i> ..... 20
Gambar 2.10	<i>ICAO CAT II-III Approach Lighting System</i> ..... 21
Gambar 2.11	Rute Keberangkatan <i>Runway</i> 10 Juanda ..... 22
Gambar 3.1	Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir ..... 23
Gambar 4.1	KKOP Sesuai Ketentuan <i>ICAO Annex 14, 2014</i> ..... 41
Gambar 4.2	<i>Flowchart</i> Perkiraan Penempatan <i>Runway</i> (KKOP) ... 42
Gambar 4.3	Perkiraan Penempatan <i>Runway</i> Berdasarkan KKOP. 43
Gambar 4.4	<i>Approach Ligting ALSF-2</i> ..... 44
Gambar 4.5	Kontur Sesi 1, Sesi 2, Sesi 3 dan Sesi 4 ..... 58
Gambar 4.6	Kontur Sesi 5 dan Sesi 6 ..... 58
Gambar 4.7	Rute Kontur <i>Runway</i> 10 <i>Takeoff</i> ..... 59
Gambar 4.8	Rute Kontur <i>Runway</i> 28 <i>Takeoff</i> ..... 59
Gambar 4.9	Rute Kontur <i>Runway</i> 10 <i>Approach</i> ..... 60
Gambar 4.10	Rute Kontur <i>Runway</i> 28 <i>Approach</i> ..... 60
Gambar 4.11	<i>Flowchart</i> Perkiraan Penempatan <i>Runway</i> (Kontur Kebisingan)..... 61
Gambar 4.12	Kontur Kebisingan <i>Takeoff</i> ..... 62
Gambar 4.13	Kontur Kebisingan <i>Approach</i> ..... 62

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1 Klasifikasi Panjang <i>Runway</i> .....	7
Tabel 2.2 Klasifikasi Lebar Landasan Pacu.....	7
Tabel 2.3 Dimensi <i>Taxiway</i> .....	8
Tabel 2.4 <i>Dimensions and Slopes of Obstacle Limitation Surfaces</i> ( <i>Runways Meant for Takeoff</i> ) .....	13
Tabel 2.5 <i>Dimensions and Slopes of Obstacle Limitation Surfaces</i> ( <i>Approach Runways</i> ) .....	14
Tabel 4.1 Karakteristik Pesawat A380 .....	33
Tabel 4.2 Karakteristik <i>Runway</i> .....	34
Tabel 4.3 Dimensi <i>Taxiway</i> .....	37
Tabel 4.4 Daftar Pesawat Juanda.....	45
Tabel 4.5 Sesi 1 <i>Climb to 5000 ft</i> .....	51
Tabel 4.6 Sesi 2 <i>Climb to 15000 ft</i> .....	52
Tabel 4.7 Sesi 3 <i>Climb to 24000 ft</i> .....	53
Tabel 4.8 Sesi 4 <i>Mach Climb</i> .....	54
Tabel 4.9 Sesi 5 <i>Initial Descent to 24000 ft</i> .....	55
Tabel 4.10 Sesi 6 <i>Descent to 10000 ft</i> .....	56



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bandar udara merupakan suatu prasarana transportasi dengan menggunakan sarana pesawat terbang yang memerlukan waktu lebih sedikit dari pada prasarana transportasi lain dalam perjalanan menuju lokasi yang dituju. Bandar udara lebih ditujukan untuk perjalanan jauh seperti pergi ke negara lain atau ke kota-kota besar. Oleh karena itu, bandar udara merupakan prasarana transportasi yang dipenuhi penumpang tiap tahunnya, seperti halnya pada Bandara Juanda. Bandara Juanda adalah bandara yang melayani kota Surabaya, salah satu kota teramai. Setiap tahunnya, penumpang bandara Juanda terus bertambah, sehingga kapasitas pelayanannya tidak mencukupi kapasitas penumpang. Oleh karena itu, direncanakan pembangunan *runway* 2 di bandara Juanda untuk mengatasi kurangnya kapasitas pelayanan. Selain masalah kapasitas pelayanan yang kurang, bandara Juanda juga termasuk salah satu dari 5 bandara di Indonesia yang harus siap dalam program Open Sky. Open sky adalah sebuah kesepakatan yang pada intinya menciptakan pasar terbuka di antara negara untuk memberikan peluang yang lebih besar bagi perusahaan penerbangan masing-masing negara dalam menawarkan dan mengoperasikan layanan penerbangan kepada publik.

Pada luas area bandara Juanda, perlu diperhatikan ketersediaan lokasi untuk pembangunan *runway* 2. Berikut gambaran ketersediaan lahan di bandara Juanda:



Gambar 1.1. Lokasi Bandara Juanda (Sumber : *Google Earth*)

Pada gambar 1.1, terdapat wilayah kosong disebelah kanan yang memungkinkan untuk pembangunan *runway* 2. Akan tetapi, dalam wilayah kosong tersebut terdapat Desa Nelayan Gisik Cemandi sehingga perkiraan lokasi untuk *runway* 2 menjadi seperti gambar 1.2 berikut :



Gambar 1.2. Perkiraan lokasi *Runway* 2 (Sumber : Google Earth)

Dalam menentukan perkiraan lokasi pembangunan untuk *runway* 2, selain dengan menggunakan ketersediaan lokasi yang ada di bandara Juanda, diperlukan juga penentuan *imaginary surface* atau kawasan keselamatan operasional penerbangan (kkop). Kawasan keselamatan operasional penerbangan (kkop) adalah tanah dan/atau perairan dan ruang udara di sekitar bandar udara yang dipergunakan untuk kegiatan operasi penerbangan dalam menjamin keselamatan penerbangan.

Adapun beberapa parameter lain dalam menentukan lokasi pembangunan, yaitu pembangunan harus berada dalam area pengembangan bandara, mengatur akses pada pembangunan *runway* 2 agar cukup dekat dengan akses yang ada, menentukan kontur kebisingan yang dimiliki oleh pesawat sehingga tidak mengganggu daerah sekitar pada saat *landing* dan *takeoff*. Dimana pada menentukan kontur kebisingan, ketinggian dapat mempengaruhi kebisingan pesawat, sehingga perlu dipertimbangkan dampak ketinggian terhadap kebisingan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini ada beberapa permasalahan yang perlu dibahas, yaitu :

1. Bagaimana menentukan geometri *runway* 2 yang akan dibangun di bandara Juanda?
2. Bagaimana menentukan *imaginary surface* untuk *runway* 2?
3. Bagaimana menentukan posisi *runway* 2 pada area pengembangan bandara yang sesuai dengan keselamatan operasional bandara?
4. Apakah lokasi yang ditentukan berada pada lokasi yang cukup dekat dengan akses bandara untuk mempermudah transportasi darat di area bandara.
5. Apakah lokasi yang dipilih sudah mempertimbangkan adanya kontur kebisingan pesawat pada arah lintasan *landing* dan *takeoff* yang berkaitan dengan pengoperasian penerbangan?

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis membatasi masalah dengan tidak memperhitungkan detail rencana gedung dan fasilitas sisi darat maupun udara dan tidak mempertimbangkan proses pembebasan lahan dan segala biaya yang terkait, serta tidak menentukan prioritas utama antara kkp, kontur kebisingan dan aksesibilitas.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk menentukan geometri *runway* yang akan dibangun di bandara Juanda
2. Menentukan *imaginary surface* untuk menjaga keselamatan operasional penerbangan.

3. Untuk menentukan posisi *runway* 2 pada area pengembangan bandara yang sesuai dengan keselamatan operasional bandara.
4. Untuk menentukan efisiensi jarak dari lokasi *runway* 2 menuju lokasi akses bandara.
5. Untuk menentukan kontur kebisingan pesawat pada arah *landing* dan *takeoff* yang berkaitan dengan pengoperasian penerbangan.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini diharapkan kedepannya dapat dijadikan acuan bagi proyek-proyek bandara yang merencanakan posisi *runway*. Sehingga pengerjaannya bisa dikerjakan dengan baik dan disesuaikan dengan kondisi dan keadaan daerah tersebut.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. *Runway***

*Runway* merupakan landasan persegi panjang yang digunakan oleh pesawat sebagai landasan untuk *takeoff* dan *landing*. Dalam suatu bandara dapat memiliki satu *runway* atau lebih tergantung dari faktor-faktor yang dimiliki bandara tersebut, seperti bagaimana kondisi cuaca lokal (distribusi angin dan jarak penglihatan), jumlah lalu lintas udara, jenis pesawat yang digunakan.

##### **2.1.1. Sistem *Runway***

Bandara memiliki banyak sistem *runway* yang dapat digunakan, tetapi pada umumnya mengacu pada beberapa bentuk dasar, yaitu :

###### **1. *Runway* Tunggal**

*Runway* tunggal merupakan sistem yang paling sederhana, hanya memiliki 1 *runway* untuk *takeoff* dan *landing*.

###### **2. *Runway* Paralel**

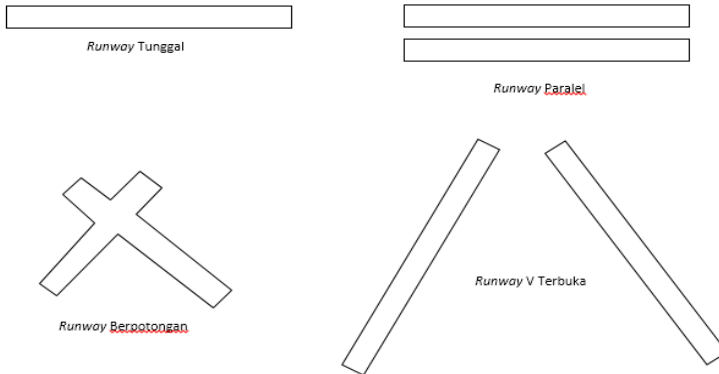
Kapasitas sistem *runway* paralel tergantung pada jumlah *runway* dan pada jarak antara *runway*. Dua, tiga, dan empat *runway* paralel yang umum. Jarak antara *runway* paralel bervariasi.

###### **3. *Runway* Berpotongan**

Jika suatu bandara memiliki kondisi distribusi angin yang kuat lebih dari 1 arah, maka dapat menggunakan sistem *runway* berpotongan (memiliki beberapa *runway* yang saling berpotongan).

#### 4. Runway V Terbuka

Memiliki lebih dari 2 *runway* yang tidak berpotongan berbentuk V.



Gambar 2.1. Sistem *Runway*  
(Sumber : Horenjeff, 2010)

#### 2.1.2. Panjang Runway

Panjang landasan pacu yang dibutuhkan setiap pesawat berbeda-beda dalam *takeoff* maupun *landing*. Kebutuhan panjang landasan untuk perencanaan lapangan terbang telah dibuat persyaratannya oleh *ICAO Annex 14, 2004*, untuk menentukan panjang landasan berbagai macam jenis pesawat.

Tabel 2.1. Klasifikasi Panjang *Runway*

Code element 1		Code element 2		
Code number (1)	Aeroplane reference field length (2)	Code letter (3)	Wing span (4)	Outer main gear wheel span <sup>a</sup> (5)
1	Less than 800 m	A	Up to but not including 15 m	Up to but not including 4.5 m
2	800 m up to but not including 1 200 m	B	15 m up to but not including 24 m	4.5 m up to but not including 6 m
3	1 200 m up to but not including 1 800 m	C	24 m up to but not including 36 m	6 m up to but not including 9 m
4	1 800 m and over	D	36 m up to but not including 52 m	9 m up to but not including 14 m
		E	52 m up to but not including 65 m	9 m up to but not including 14 m
		F	65 m up to but not including 80 m	14 m up to but not including 16 m

a. Distance between the outside edges of the main gear wheels.

(Sumber : ICAO Annex 14, 2004)

### 2.1.3. Lebar Runway

ICAO juga memiliki klasifikasi lebar landas pacu yang berdasarkan *code number* dan *code letter*.

Tabel 2.2. Klasifikasi Lebar Landasan Pacu

Code Number	Code Letter				
	A	B	C	D	E
1a	18 m	18 m	23 m	-	-
2a	23 m	23 m	30 m	-	-
3.	30 m	30 m	30 m	45 m	-
4.	-	-	45 m	45 m	45 m
a = the width of a precision approach runway should be not be less than 30 m where the code number is 1 or 2					

(Sumber : ICAO Annex 14, 2004)



## 2.2. Taxiway

*Taxiway* adalah bagian dari fasilitas sisi udara bandara yang dibangun untuk jalan keluar masuk pesawat dari *runway*. Desain dari *taxiway* harus memiliki faktor keamanan yang diizinkan karena pergerakan pesawat yang cepat, ketika cockpit menuju *taxiway* yang diperhatikan garis tengah dari *taxiway*, jarak diantaranya harus terbebas dari hambatan utama yang diluar roda pesawat dan ujung dari *taxiway* seperti dalam tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3. Dimensi *Taxiway*

Dimensi <i>Taxiway</i>			
Code letter	Penggolongan Pesawat	Lebar <i>Taxiway</i> (m)	Jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi <i>taxiway</i> (m)
A	I	7,5	1,5
B	II	10,5	2,25
C	III	15 <sup>A</sup>	3 <sup>A</sup>
		18 <sup>B</sup>	4,5 <sup>B</sup>
D	IV	18 <sup>C</sup>	4,5
		23 <sup>D</sup>	
E	V	25	4,5
F	VI	30	4,5

Keterangan:

- Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan roda dasar kurang dari 18 m.
- Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan seperempat roda dasar lebih dari 18 m.
- Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan roda putaran kurang dari 9 m.
- Bila *taxiway* untuk pesawat dengan seperempat roda putaran lebih dari 9 m.

(Sumber : SKEP/77/VI/2005)

## 2.3. Imaginary Surface

### 2.3.1. Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan

Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) adalah wilayah daratan, perairan dan ruang udara di sekitar bandar udara yang dipergunakan untuk kegiatan operasi penerbangan

dalam rangka menjamin keselamatan penerbangan. Wilayah yang diliputi KKOP terdiri atas beberapa kawasan, yaitu :

1. *Conical surface*

*Conical surface* (kawasan di bawah permukaan kerucut) merupakan sebuah permukaan kerucut (miring) yang bagian bawahnya dibatasi oleh garis permukaan horizontal dalam dan bagian atasnya terletak pada ketinggian tertentu diatas permukaan horizontal dalam, masing-masing dengan radius dan ketinggian tertentu dihitung dari titik referensi yang ditentukan.

Kemiringan permukaan kerucut harus diukur pada bidang vertikal tegak lurus terhadap garis permukaan horizontal dalam meluas dengan jarak dan dengan kemiringan berdasarkan klasifikasi landas pacu.

2. *Inner horizontal surface*

*Inner horizontal surface* (kawasan di bawah permukaan horizontal dalam) merupakan bidang datar diatas dan di sekitar bandar udara yang dibatasi oleh radius dan ketinggian dengan ukuran tertentu untuk kepentingan pesawat udara melakukan terbang rendah pada saat akan mendarat atau setelah lepas landas.

Kawasan ini dibatasi dengan radius sesuai klasifikasi landas pacu dari titik tengah tiap ujung permukaan utama dan menarik garis singgung pada kedua lingkaran yang berdekatan tetapi kawasan ini tidak termasuk kawasan di bawah permukaan transisi.

3. *Approach surface and take-off climb surface*

*Approach surface and take-off climb surface* (kawasan permukaan pendaratan dan lepas landas) adalah suatu kawasan perpanjangan kedua ujung landas pacu, di bawah lintasan pesawat udara setelah lepas landas atau akan

mendarat, yang dibatasi oleh ukuran panjang dan lebar tertentu.

Kawasan ini dibatasi oleh tepi dalam yang berhimpit dengan ujung-ujung permukaan berjarak 60 meter dari ujung landas pacu dengan lebar berdasarkan klasifikasi landas pacu pada bagian dalam, kawasan ini melebar ke arah luar secara teratur dengan sudut pelebaran berdasarkan klasifikasi landas pacu serta garis tengah bidangnya merupakan perpanjangan dari garis tengah landas pacu dengan jarak mendarat tertentu dan akhir kawasan dengan lebar tertentu.

#### 4. *Inner Approach surface and Balked landing surface*

*Inner Approach surface and Balked landing surface* (kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan) merupakan sebagian dari kawasan pendekatan yang berbatasan langsung dengan ujung-ujung landas pacu dan mempunyai ukuran tertentu, yang dapat menimbulkan kemungkinan terjadinya kecelakaan.

Kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan dibatasi oleh tepi dalam yang berhimpit dengan ujung-ujung permukaan utama dengan lebar berdasarkan klasifikasi landas pacu, kawasan ini meluas keluar secara teratur dengan garis tengahnya merupakan perpanjangan dari garis tengah landas pacu sampai lebar berdasarkan klasifikasi landas pacu dan jarak mendarat 3000 meter dari ujung permukaan utama.

#### 5. *Transitional surface*

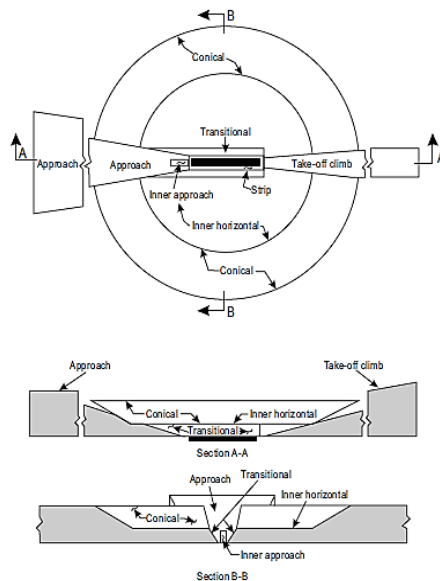
*Transitional surface* (kawasan di bawah permukaan transisi) merupakan bidang dengan kemiringan tertentu sejajar dengan sumbu landas pacu dan berjarak tertentu dari sumbu landas pacu, pada bagian bawah dibatasi oleh titik perpotongan dengan garis-garis datar yang ditarik tegak lurus pada sumbu landas pacu dan pada bagian atas

dibatasi oleh garis perpotongan dengan permukaan horizontal dalam.

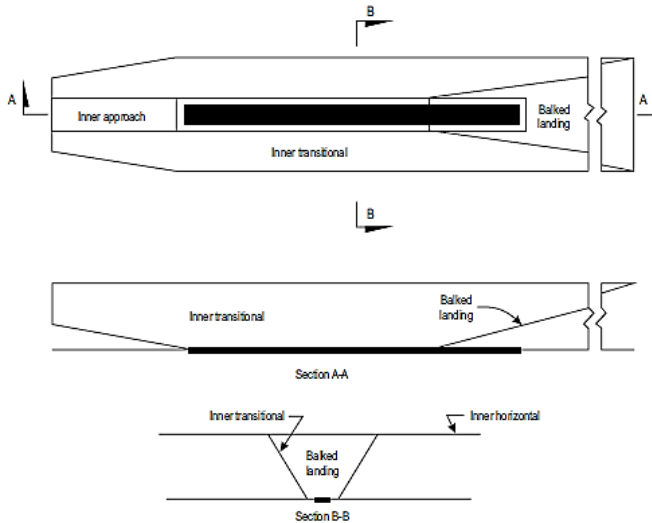
Kawasan di bawah permukaan transisi dibatasi oleh tepi dalam yang berhimpit dengan sisi panjang permukaan utama dan sisi permukaan pendekatan, kawasan ini meluas keluar sampai jarak mendatar berdasarkan klasifikasi landas pacu dengan kemiringan berdasarkan klasifikasi landas pacu.

#### 6. *Inner transitional surface*

*Inner transitional surface* (kawasan di bawah permukaan transisi dalam) merupakan kawasan yang mirip dengan *transitional surface*



Gambar 2.2. Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan 1  
(Sumber : ICAO Annex 14, 2004)



Gambar 2.3. Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan 2  
(Sumber : ICAO Annex 14, 2004)

### 2.3.2. Alat Bantu Navigasi Penerbangan

Berdasarkan kelengkapan alat bantu navigasi penerbangan, landas pacu (*runway*) diklasifikasikan sebagai berikut :

#### A. *Non Instrument (NI)*

Merupakan landas pacu yang dilengkapi dengan alat bantu navigasi penerbangan *Non Directional Beacon (NDB)*

#### B. *Instrument Non Precision (INP)*

Merupakan landas pacu yang dilengkapi dengan alat bantu navigasi penerbangan

### C. *Instrument Precision (IP)*

Merupakan landas pacu yang dilengkapi dengan alat bantu pendaratan *Instrument Landing System (ILS)* dan alat bantu pendaratan visual

Penetapan KKOP di bandar udara dan sekitarnya dilakukan dengan ketentuan teknis yang berdasarkan klasifikasi landasannya, seperti yang tertuang pada 2 tabel berikut :

Tabel 2.4. *Dimensions and slopes of obstacle limitation surfaces (Runways Meant for Take-off)*

RUNWAYS MEANT FOR TAKE-OFF			
Surface and dimensions <sup>a</sup>	Code number		
(1)	1 (2)	2 (3)	3 or 4 (4)
<b>TAKE-OFF CLIMB</b>			
Length of inner edge	60 m	80 m	180 m
Distance from runway end <sup>b</sup>	30 m	60 m	60 m
Divergence (each side)	10%	10%	12.5%
Final width	380 m	580 m	1 200 m 1 800 m <sup>c</sup>
Length	1 600 m	2 500 m	15 000 m
Slope	5%	4%	2% <sup>d</sup>

a. All dimensions are measured horizontally unless specified otherwise.  
b. The take-off climb surface starts at the end of the clearway if the clearway length exceeds the specified distance.  
c. 1 800 m when the intended track includes changes of heading greater than 15° for operations conducted in IMC, VMC by night.  
d. See 4.2.24 and 4.2.26.

(Sumber : *ICAO Annex 14, 2004*)

Tabel 2.5. *Dimensions and slopes of obstacle limitation surfaces (Approach Runways)*

Surface and dimensions <sup>a</sup>	APPROACH RUNWAYS									
	RUNWAY CLASSIFICATION								Precision approach category	
	Non instrument				Non precision approach				I	II or III
	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
<b>CONICAL</b>										
Slope	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Height	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
<b>INNER HORIZONTAL</b>										
Height	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Radius	2 000 m	2 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m
<b>INNER APPROACH</b>										
Width	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m <sup>b</sup>	120 m <sup>b</sup>
Distance from threshold	—	—	—	—	—	—	—	60 m	60 m	60 m
Length	—	—	—	—	—	—	—	900 m	900 m	900 m
Slope	—	—	—	—	—	—	—	2.5%	2%	2%
<b>APPROACH</b>										
Length of inner edge	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Distance from threshold	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergence (each side)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
<b>First section</b>										
Length	1 600 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m
Slope	5%	4%	3.33%	2.5%	3.33%	2%	2%	2.5%	2%	2%
<b>Second section</b>										
Length	—	—	—	—	—	3 600 m <sup>b</sup>	3 600 m <sup>b</sup>	12 000 m	3 600 m <sup>b</sup>	3 600 m <sup>b</sup>
Slope	—	—	—	—	—	2.5%	2.5%	3%	2.5%	2.5%
<b>Horizontal section</b>										
Length	—	—	—	—	—	8 400 m <sup>b</sup>	8 400 m <sup>b</sup>	—	8 400 m <sup>b</sup>	8 400 m <sup>b</sup>
Total length	—	—	—	—	—	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m
<b>TRANSITIONAL</b>										
Slope	20%	20%	14.3%	14.3%	20%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%
<b>INNER TRANSITIONAL</b>										
Slope	—	—	—	—	—	—	—	40%	33.3%	33.3%
<b>BALKED LANDING SURFACE</b>										
Length of inner edge	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m <sup>b</sup>	120 m <sup>b</sup>
Distance from threshold	—	—	—	—	—	—	—	<sup>c</sup>	1 800 m <sup>d</sup>	1 800 m <sup>d</sup>
Divergence (each side)	—	—	—	—	—	—	—	10%	10%	10%
Slope	—	—	—	—	—	—	—	4%	3.33%	3.33%

a. All dimensions are measured horizontally unless specified otherwise.  
b. Variable length (see 4.2.9 or 4.2.17).  
c. Distance to the end of strip.  
d. Or end of runway whichever is less.  
e. Where the code letter is F (Column (3) of Table 1-1), the width is increased to 155 m.

(Sumber : ICAO Annex 14, 2004)

## 2.4. Kebisingan

### 2.4.1. Zona Kebisingan

Standard kebisingan sesuai peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.718/Men/Kes/Per/XI/1987, tentang kebisingan yang berhubungan dengan kesehatan daerah dibagi sesuai dengan titik kebisingan yang diizinkan :

- Zona A : Intensitas 35 – 45 dB (zona yang diperuntukkan bagi RS, tempat penelitian , tempat perawatan kesehatan/sosial)
- Zona B : Intensitas 45 – 55 dB (zona yang diperuntukkan bagi perumahan, tempat pendidikan dan rekreasi)
- Zona C : Intensitas 50 – 60 dB (zona yang diperuntukkan bagi perkantoran, perdagangan dan pasar)
- Zona D : Intensitas 60 – 70 dB (zona yang diperuntukkan bagi industri, pabrik, stasiun KA, terminal bis dan sejenisnya)

Zona kebisingan menurut IATA (*International Air Transportation Association*) :

- Zona A : intensitas > 150 dB (daerah berbahaya yang harus dihindari)
- Zona B : intensitas 135 – 150 dB (individu yang terpapar perlu memakai pelindung telinga *earmuff* dan *earplug*)
- Zona C : 115 – 135 dB (perlu memakai *earmuff*)
- Zona D : 100 – 115 dB (perlu memakai *earplug*)

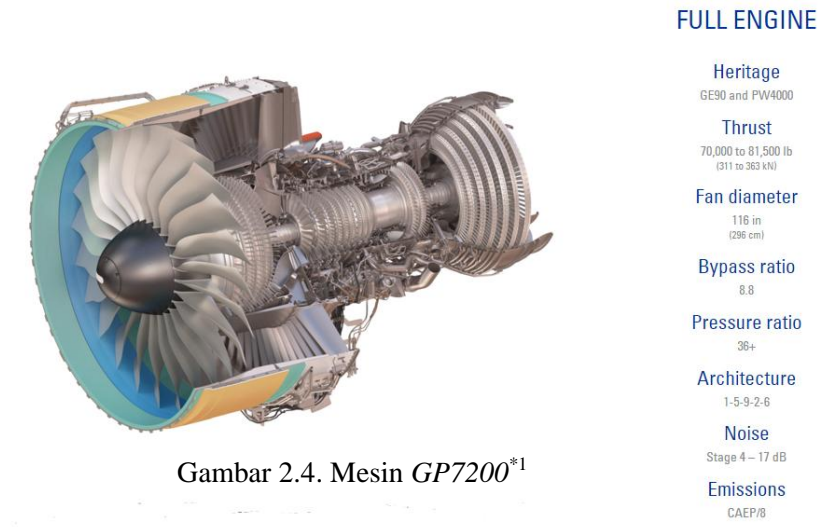


### 2.4.2. Kontur Kebisingan

Dalam menentukan kontur kebisingan terdapat beberapa cara yang bisa dilakukan, yaitu dengan menggunakan software atau perhitungan manual. Yang dapat dilakukan saat ini untuk karakteristik pesawat A-380 adalah dengan perhitungan manual dimana dengan cara sederhana seperti langkah-langkah berikut :

1. Mencari data kebisingan pesawat A-380 dalam dB
2. Mengkonfersikan data kebisingan pesawat terhadap ketinggian tertentu yang akan diterima di darat terutama sekitar perumahan
3. Gambar kontur kebisingan

Kebisingan pada pesawat dihasilkan dari mesin jet pesawat. Untuk pesawat A-380 menggunakan mesin GP7200 yang menghasilkan kebisingan *stage 4* – 17dB sebanyak 4 buah mesin. Sehingga total kebisingan yang dihasilkan oleh 4 buah mesin jet pesawat A-380 adalah 69,04 dB.



Gambar 2.4. Mesin GP7200\*<sup>1</sup>

\*1. Sumber : <http://www.enginealliance.com/gp7200.html>

Dengan perumusan untuk menghitung kebisingan :

*Sound Level L and Distance r :*

$$L_2 = L_1 - \left| 20 \times \log \left( \frac{r_1}{r_2} \right) \right|$$

$L_2$  = Sound Level (dB) dari jarak ( $r_2$ )

$L_1$  = Sound Level (dB) dari jarak ( $r_1$ )

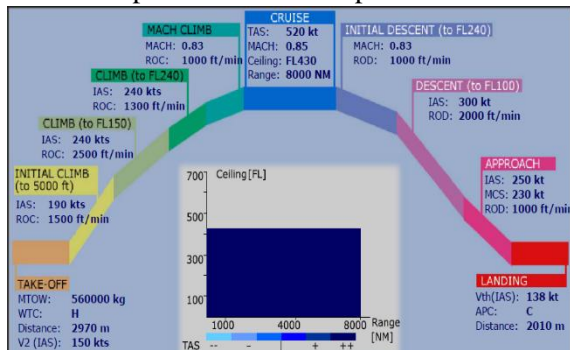
$r_1$  = jarak sumber awal

$r_2$  = jarak sumber ke 2

Dengan memperbandingkan jarak awal dari sumber bunyi dengan jarak yang ditentukan, maka akan didapatkan bunyi dari jarak yang ditentukan tersebut sehingga dapat digunakan untuk menentukan kontur kebisingan.

Untuk pengukuran kebisingan pada saat *takeoff* diukur pada jarak 6500 meter dari awal *takeoff roll* dan pada saat *landing* diukur pada jarak 2000 meter dari *runway threshold* untuk *approach* yang didapat dari *Federal Aviation Administration* (FAA).

Dalam memperhitungkan kebisingan, ketinggian terbang pesawat juga akan digunakan untuk menentukan jarak tempuh yang diperlukan dalam ketinggian tertentu dengan melihat *rate of climb* (ROC) atau *rate of descent* (ROD) dan *indicated airspeed* (IAS) atau mach seperti contoh untuk pesawat A-380 berikut :



Gambar 2.5. Ketinggian Penerbangan Pesawat dengan ROC dan IAS  
(Sumber : *Aircraft Performance Data Base*)

Dapat dilihat pada gambar 2.5, pesawat A-380 memiliki beberapa sesi pada saat *takeoff* dan *landing* seperti :

- Sesi 1 *takeoff* menuju 5000 ft dengan *ROC* (1500 ft/min) dan *IAS* (190 kts)
- Sesi 2 *takeoff* menuju 15000 ft dengan *ROC* (2500 ft/min) dan *IAS* (240 kts)
- Sesi 3 *takeoff* menuju 24000 ft dengan *ROC* (1300 ft/min) dan *IAS* (240 kts)
- Sesi 4 *takeoff* menuju 43000 ft dengan *ROC* (1000 ft/min) dan mach (0.83)
- Sesi 5 *landing* menuju 24000 ft dengan *ROD* (1000 ft/min) dan mach (0.83)
- Sesi 6 *landing* menuju 10000 ft dengan *ROD* (2000 ft/min) dan *IAS* (300 kts)

Sehingga pesawat akan memiliki jarak antar sesi masing-masing untuk setiap jenis pesawat

## 2.5. Analisis Penentuan Lokasi *Runway* 2

Berikut ini beberapa persyaratan yang harus dilakukan terkait dengan penentuan lokasi *runway* 2 pada KKOP di bandar udara dan sekitarnya.

1. Ketetapan mendirikan bangunan atau fasilitas baru  
Ketetapan mendirikan bangunan atau fasilitas baru seperti terminal 3 dan *runway* 2, harus berada di dalam luas area pengembangan bandar udara untuk menghindari masalah dengan pihak lain.
2. Penggunaan akses transportasi darat menuju bangunan baru di kawasan bandara

Mempergunakan akses transportasi darat di kawasan bandara harus direncanakan sebagai berikut :

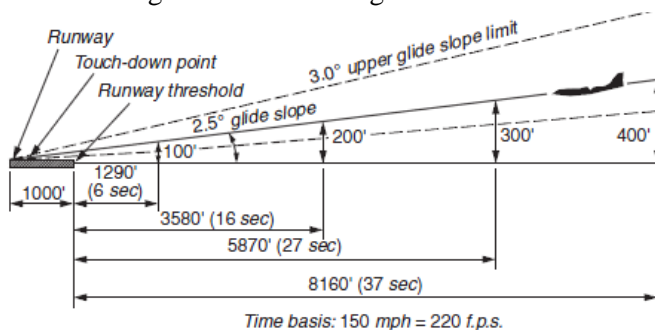
- a. Rute akses transportasi darat harus dibuat sedekat mungkin dengan bangunan baru

- b. Rute akses transportasi darat tidak boleh mengganggu jalannya pengoperasian bandara
- c. Tidak menyulitkan penerbang membedakan lampu-lampu rambu udara dengan lampu-lampu lain
3. Perlakuan terhadap bangunan yang berada di arah lintasan *landing* dan *take-off*

Terhadap bangunan yang berada di arah lintasan *landing* dan *take-off*, perlu diperhatikan dengan mengetahui kontur kebisingan pada pesawat yang digunakan, sehingga dapat ditentukan selain keamanan pengoperasian penerbangan juga tidak mengganggu komunitas masyarakat

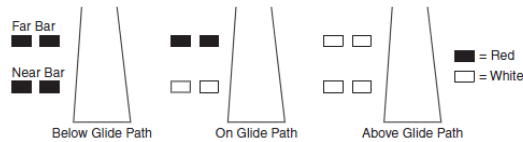
4. Penentuan jarak antara *runway* lama dengan *runway* baru

Selain dengan menggunakan ketentuan dari kkop, untuk menentukan jarak antar *runway* juga dapat dilakukan dengan menggunakan ketentuan yang terdapat di operasi pendaratan pesawat dan penerangan pendaratan. Dalam operasi pendaratan, pilot membutuhkan informasi mengenai ketinggian, jarak, waktu menuju jalur pendaratan (*glide path*) dan berikut gambar dari hubungan informasi tersebut :

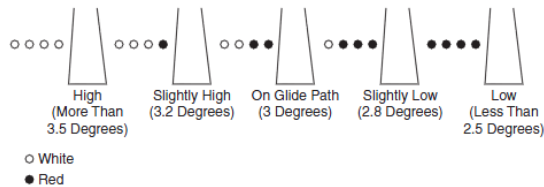


Gambar 2.6. Hubungan *Glide Slope*, Tinggi, Jarak dan Waktu  
(Sumber : Horenjeff, 2010)

Untuk informasi ketinggian yang dapat diberikan kepada pilot yang sedang melakukan pendaratan dapat dilakukan dengan 2 cara penerangan, yaitu *Visual Approach Slope Indicator* (VASI) dan *Precision Approach Path Indicator* (PAPI).

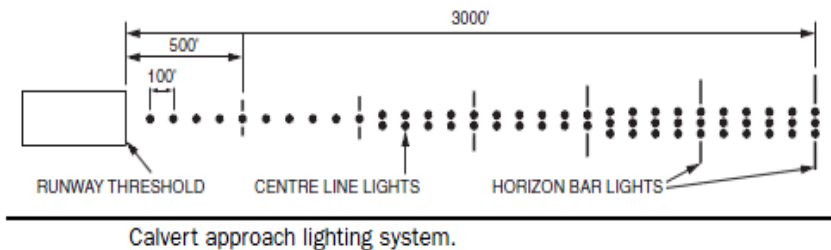


Gambar 2.7. Sistem VASI dengan 2 Bar (Sumber : *Horenjeff*, 2010)

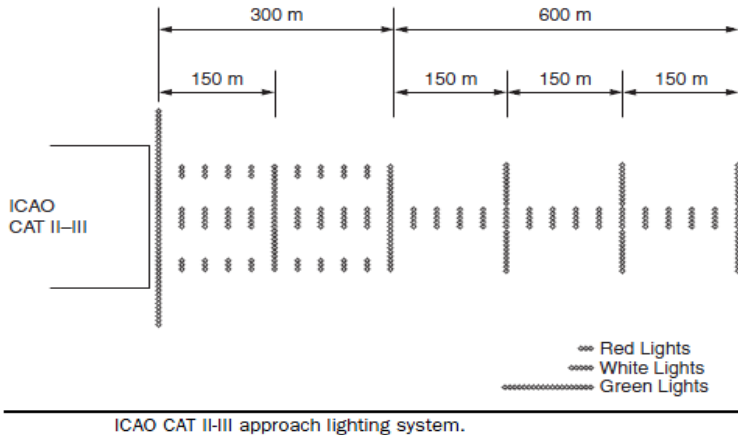


Gambar 2.8. Sistem PAPI (Sumber : *Horenjeff*, 2010)

Dalam operasi pendaratan juga diperlukan sistem penerangan pendaratan atau *Approach Lighting System* (ALS) di ujung-ujung *runway* yang berguna juga untuk memberikan informasi kepada pilot pada malam hari, berikut beberapa kategori penerangan pendaratan :



Gambar 2.9. *Calvert Approach Lighting System*  
(Sumber : *Horenjeff*, 2010)

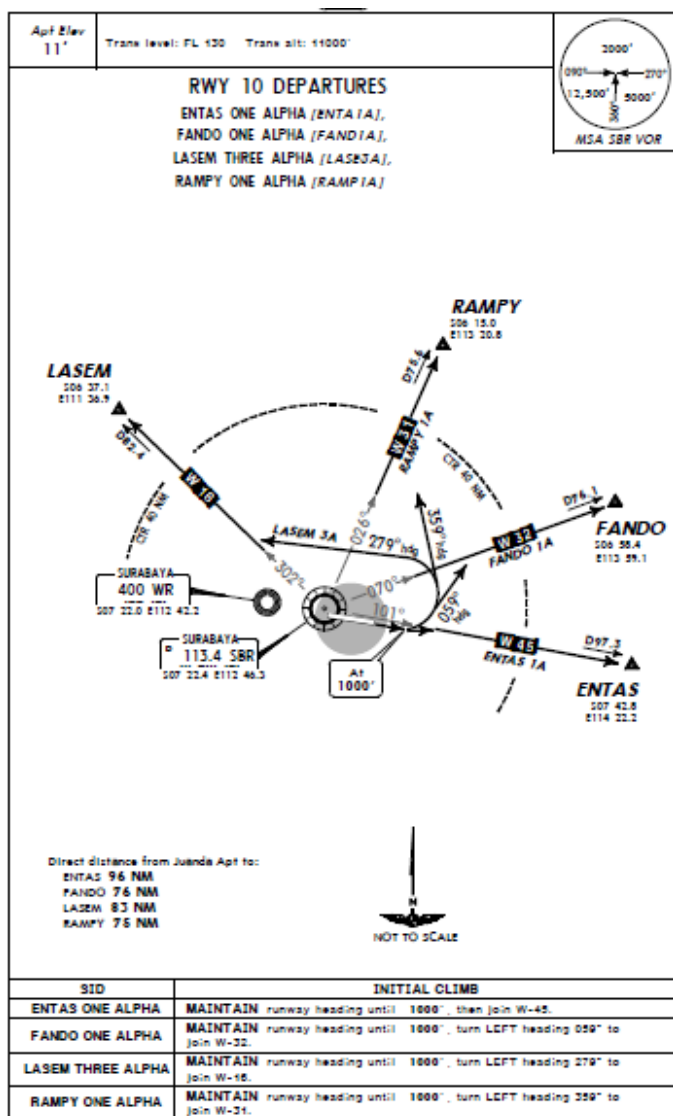


Gambar 2.10. *ICAO CAT II-III Approach Lighting System*  
(Sumber : Horenjeff, 2010)

Sehingga bisa kita perkirakan bahwa jarak antar runway yang dapat ditentukan dari lampu-lampu rambu tersebut adalah diatas 3000 ft dan diatas 900 m.

##### 5. Penentuan kontur kebisingan disekitar rute lepas landas dan kedatangan.

Dalam proses penerbangan suatu pesawat terdapat rute yang sudah ditentukan dalam masa lepas landas dan kedatangan. Untuk menentukan posisi *runway* 2 juga dibutuhkan rute lepas landas dan kedatangan dimana nantinya akan berpengaruh dengan kontur kebisingan. Pada kontur kebisingan yang mengikuti rute lepas landas dan kedatangan bandara juanda, akan dilihat apakah kontur kebisingan mengenai wilayah pemukiman di sekitar bandara juanda. Rute lepas landas dan kedatangan untuk bandara juanda yang menunjukkan arah pesawat terbang, dapat dilihat pada contoh gambar berikut :

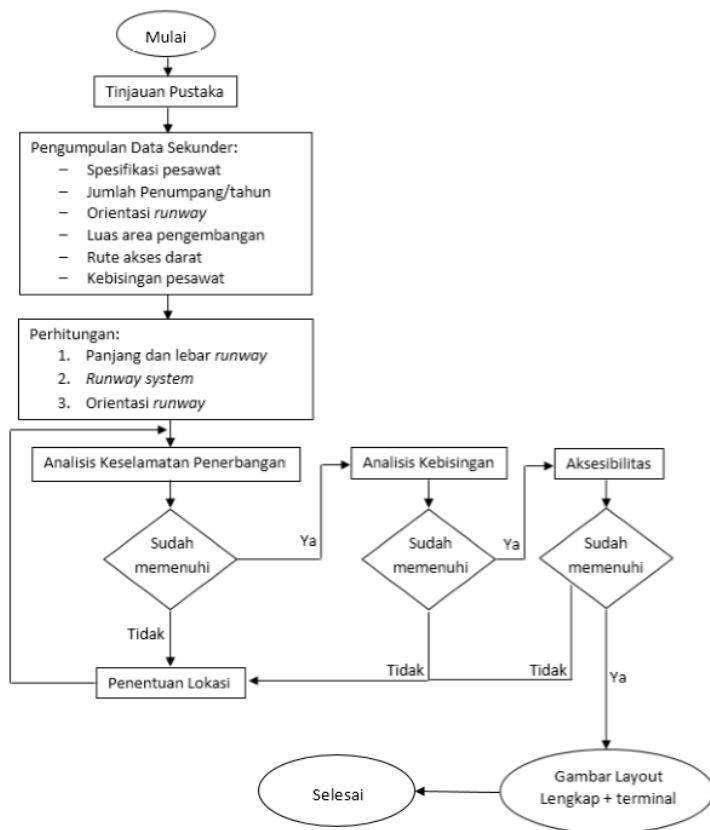


Gambar 2.11. Rute Keberangkatan *Runway 10* Juanda  
 (Sumber : Jeppesen, 2005, 2011)

## BAB III METODOLOGI

### 3.1. Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mengerjakan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir



### **3.2. Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir**

Dari diagram alur di atas dapat dijelaskan metodologi yang dipakai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

#### **3.2.1 Tinjauan Pustaka**

Melakukan tinjauan yang berupa referensi dari *text book*, jurnal, teks internet baik dari luar maupun dari Indonesia, *ICAO annex 14, 2004*, serta *SKEP/77/VI/2005*.

#### **3.2.2 Pengumpulan Data Sekunder**

Pengumpulan data untuk tugas akhir ini hanya memerlukan data sekunder yang didapat, berikut pengumpulan data-data sekundernya :

Data Sekunder :

- Spesifikasi pesawat yang beroperasi
- Jumlah penumpang/tahun
- Orientasi runway
- Luas area pengembangan
- Rute akses darat
- Kebisingan Pesawat

### 3.2.3 Perhitungan

Perhitungan yang akan dilakukan terdapat 3 bagian, yaitu :

#### 1. Panjang dan lebar *runway*

Pada perhitungan panjang dan lebar *runway* diperlukan data spesifikasi pesawat berupa *wing span* dan *outer main gear wheel span* (mtow) yang akan menentukan panjang *runway* berupa *code number* dan *code letter*. Untuk menentukan lebar *runway* dengan menggunakan *code number* dan *code letter* dari panjang *runway*.

Setelah mendapatkan *code number* dan *code letter* pada pesawat terbesar yang beroperasi di bandara juanda, dilakukan perhitungan koreksi *runway* untuk menentukan *actual runway* yang akan dibutuhkan di bandara juanda. Dengan melakukan perhitungan koreksi terhadap *runway* berdasarkan *ARFL* dan karakteristik *runway* adalah sebagai berikut:

- Koreksi Elevasi (Fe)  $= 1 + 0.07 (h / 300)$
  - Koreksi Temperatur (Ft)  $= 1 + 0.01 (T - (15 - 0.0065h))$
  - Koreksi *Slope* (Fs)  $= 1 + 0.1 \times S$
- Dimana :
- |     |                      |
|-----|----------------------|
| $h$ | = Tinggi elevasi     |
| $T$ | = Temperature        |
| $S$ | = Slope (kemiringan) |

#### 2. *Runway system*

Pada *runway system* dilakukan peramalan berdasarkan penumpang waktu sibuk yang nantinya dapat menentukan *runway system* apa yang akan digunakan.

### 3. Orientasi *runway*

Pada orientasi *runway* dilakukan ketentuan berdasarkan kawasan keselamatan operasi penerbangan (kkop)

## 3.2.4 Analisis Keselamatan Penerbangan

Untuk analisis keselamatan penerbangan, perlu menentukan kawasan keselamatan operasional penerbangan (KKOP) dimana ketentuan wilayah keselamatan operasional penerbangan dapat diambil berdasarkan *ICAO Annex 14* sesuai pada tabel 2.4. dan 2.5. Wilayah keselamatan operasional penerbangan yang ditentukan antara lain adalah :

- *Conical surface* (kawasan di bawah permukaan kerucut)
- *Inner horizontal surface* (kawasan di bawah permukaan horizontal dalam)
- *Approach surface and take-off climb surface* (kawasan permukaan pendaratan dan lepas landas)
- *Inner Approach surface and balked landing surface* (kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan)
- *Transitional surface* (kawasan di bawah permukaan transisi)

- *Inner transitional surface* (kawasan di bawah permukaan transisi dalam)

Setelah menentukan wilayah keselamatan operasional penerbangan tersebut diatas, dilakukan penentuan di beberapa lokasi dengan mempertimbangkan objek-objek di sekitar wilayah KKOP apabila ada yang melebihi ketinggian yang ditentukan, serta mempertimbangkan KKOP pada *runway* lama dengan *runway* baru agar tidak saling bersinggungan.

Kemudian bila penentuan KKOP tidak memenuhi dengan lokasi *runway* yang ditentukan sekarang, maka perlu dilakukan analisis ulang dengan lokasi *runway* yang berbeda.

### **3.2.5 Analisis Kebisingan**

Untuk analisis kebisingan pada pesawat yang beroperasi di bandara Juanda, terutama pesawat A-380, diperlukan perhitungan manual dikarenakan terbatasnya perhitungan dalam menggunakan software untuk perhitungan kebisingan.

Perhitungan manual tersebut dilakukan berdasarkan besar suara yang dikeluarkan oleh pesawat A-380 dalam dB yang kemudian dihitung berdasarkan berapa jarak antara pesawat dengan daratan, terutama yang ada di sekitar perumahan.

Dalam memperhitungkan besar suara, ketinggian juga akan digunakan untuk menentukan jarak tempuh yang diperlukan dalam ketinggian tertentu seperti contoh untuk pesawat A-380 yang dapat dilihat pada gambar 2.5.

Pesawat A-380 memiliki beberapa sesi pada saat *takeoff* dan *landing* seperti :

- Sesi 1 *takeoff* menuju 5000 ft dengan *ROC* (1500 ft/min) dan *IAS* (190 kts)
- Sesi 2 *takeoff* menuju 15000 ft dengan *ROC* (2500 ft/min) dan *IAS* (240 kts)
- Sesi 3 *takeoff* menuju 24000 ft dengan *ROC* (1300 ft/min) dan *IAS* (240 kts)
- Sesi 4 *takeoff* menuju 43000 ft dengan *ROC* (1000 ft/min) dan mach (0.83)
- Sesi 5 *landing* menuju 24000 ft dengan *ROD* (1000 ft/min) dan mach (0.83)
- Sesi 6 *landing* menuju 10000 ft dengan *ROD* (2000 ft/min) dan *IAS* (300 kts)

Sehingga pesawat akan memiliki jarak antar sesi masing-masing untuk setiap jenis pesawat.

Setelah mendapatkan jarak antar sesi untuk *takeoff* dan *landing*, maka dapat dilakukan perhitungan kebisingan dengan rumus :

*Sound Level L and Distance r :*

$$L_2 = L_1 - \left| 20 \times \log ( r_1 / r_2 ) \right|$$

$L_2$  = Sound Level (dB) dari jarak ( $r_2$ )

$L_1$  = Sound Level (dB) dari jarak ( $r_1$ )

$r_1$  = jarak sumber awal

$r_2$  = jarak sumber ke 2

Dimana untuk kebisingan awal yang didapatkan dari hasil pengukuran berdasarkan FAA yaitu dengan jarak 6500 meter dari awal *takeoff roll* pada saat *takeoff* dan pada jarak 2000 meter dari *runway threshold* untuk *approach* yang nantinya akan dimasukkan kedalam rumus diatas sehingga mendapatkan kebisingan disetiap jarak antar sesi.

Dengan hasil kebisingan yang didapat di setiap jarak antar sesi, maka dapat ditentukan wilayah kontur kebisingan pesawat. Kontur kebisingan tersebut akan disesuaikan dengan rute pada bandara juanda untuk lepas landas dan kedatangan, yang akan menentukan apakah dari kontur kebisingan berdasarkan rute bandara juanda tersebut melewati batas bising pada zona pemukiman dan sekitarnya.

Kemudian bila analisis kebisingan tidak memenuhi batas bising pada zona pemukiman dan sekitarnya dengan lokasi *runway* yang ditentukan sekarang, maka perlu dilakukan analisis ulang dengan lokasi *runway* yang berbeda.

### **3.2.6 Aksesibilitas**

Untuk aksesibilitas bandara terutama terhadap akses antar terminal lama dan terminal yang akan di bangun di bandara juanda, perlu diadakan penyesuaian akses darat sehingga didapatkan akses yang fleksibel antara terminal 1, 2 dan terminal baru 3 bandara juanda, berikut penyesuaian yang dapat dilakukan :

- Rute akses transportasi darat harus dibuat sedekat mungkin dengan bangunan baru
- Rute akses transportasi darat tidak boleh mengganggu jalannya pengoperasian bandara
- Tidak menyulitkan penerbang membedakan lampu-lampu rambu udara dengan lampu-lampu lain

Apabila penentuan aksesibilitas tidak memenuhi dengan lokasi *runway* yang ditentukan sekarang, maka perlu dilakukan analisis ulang dengan lokasi *runway* yang berbeda.

### **3.2.7 Gambar Layout Lengkap**

Setelah semua ketentuan sudah memenuhi, maka dilanjutkan dengan menggambar layout lengkap yang merupakan hasil dari semua analisis yang sudah dilakukan.



“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

## BAB IV

### ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Perhitungan *Runway*

Dalam perencanaan fasilitas sisi udara, digunakan pesawat *Airbus 380* sebagai asumsi pesawat-pesawat yang akan beroperasi di Bandara Juanda. Untuk perencanaan panjang *runway* digunakan karakteristik pesawat sebagai acuan untuk pengembangan bandara.

Tabel 4.1. Karakteristik Pesawat A380

Karakteristik Pesawat	
Modul Pesawat	A380-800
Panjang (m)	72.7
Lebar Sayap (m)	79.8
<i>Outer Main Gear Wheel Span (OMGWS)</i> (m)	14.3
<i>Maximum Take-Off Weight (MTOW)</i> (kg)	560000
<i>Aerodrome Reference Field Length (ARFL)</i> (m)	3350
<i>Tyre Pressure (TP)</i> (kPa)	1400

(Sumber : Wikipedia Airbus A380)

Dengan menggunakan data karakteristik A380 diatas, maka dapat ditentukan panjang dan lebar *runway* berdasarkan ketentuan *ICAO Annex 14* seperti disajikan pada Tabel 2.1. dan tabel 2.2.

Sehingga, dimensi runway untuk A380 menurut *ICAO Annex 14* termasuk pada kategori *code letter F* dan *code number 4* dengan panjang *runway* 1800 meter atau lebih dan lebar *runway* 60 meter.

Tabel 4.2. Karakteristik *Runway*

Karakteristik <i>Runway</i>	
Elevasi <i>Runway</i> (m)	3
Suhu rata-rata (°C)	29.5
<i>Slope Runway</i> (%)	1

(Sumber : Bandara Juanda)

Dari kedua data karakteristik diatas, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan perencanaan panjang *runway*. Dengan melakukan perhitungan koreksi terhadap *runway* berdasarkan *ARFL* dan karakteristik *runway* adalah sebagai berikut:

➤ Koreksi Elevasi (Fe)

$$= 1 + 0.07 (h / 300)$$

$$= 1 + 0.07 (3 / 300)$$

$$= 1.0007 \text{ m}$$

➤ Koreksi Temperatur (Ft)

$$= 1 + 0.01 (T - (15 - 0.0065 h))$$

$$= 1 + 0.01 (29.5 - (15 - 0.0065 \times 3))$$

$$= 1.145195 \text{ m}$$

➤ Koreksi *Slope* ( $F_s$ )

$$\begin{aligned}
 &= 1 + 0.1 \times S \\
 &= 1 + 0.1 \times 1\% \\
 &= 1.001 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ Koreksi panjang *runway* :

$$\begin{aligned}
 ARFL &= L_{r_0} / (F_e \times F_t \times F_s) \\
 3350 &= L_{r_0} / (1.0007 \times 1.145195 \times 1.001) \\
 L_{r_0} &= 3842.93 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dengan mempertimbangkan faktor keamanan dan kemudahan pengerjaan maka, panjang *runway* actual atau yang dikenal juga sebagai *TORA* (*Take-off Run Available*) adalah 3850 m dengan mengikuti arah yang sama sesuai *runway* yang sudah ada (*runway existing*).

#### 4.1.1. *Runway Shoulder*

*Runway shoulder* adalah suatu bidang tertentu disepanjang tepi landasan baik kiri maupun kanan yang berbatasan dengan perkerasan struktural yang dipergunakan sebagai penahan erosi akibat semburan jet, serta melayani peralatan perawatan landasan, dan juga memperkecil resiko kerusakan pada pesawat terbang bila pesawat tersebut harus keluar landasan. *Runway shoulder* harus

dirancang dengan kekuatan yang cukup untuk menahan pesawat yang tergelincir tanpa mengakibatkan kerusakan struktural pada pesawat dan juga harus mampu menyangga kendaraan darat yang beroperasi pada bahu seperti peralatan pemeliharaan dan tangki bahan bakar.

Berdasarkan rekomendasi *ICAO Annex 14 Aerodromes*:

- *Runway shoulder* harus disediakan untuk *runway* dengan kode huruf D atau E, dan lebar *runway* lebih kecil dari 60 meter.
- *Runway shoulder* harus disediakan untuk *runway* dengan kode huruf F

Adapun ketentuan untuk lebar *runway shoulder* adalah lebar *runway shoulder* harus dibuat simetris pada tiap sisi *runway* sehingga lebar keseluruhan *runway width* + *runway shoulder* tidak kurang dari:

- 60 meter jika kode huruf D atau E
- 75 meter jika kode huruf F

Dari perhitungan sebelumnya diperoleh lebar *runway* yang digunakan adalah 60 meter dengan kode huruf F, sehingga lebar *runway shoulder* yang digunakan adalah 7.5 meter pada tiap sisi *runway*, karena lebar *runway* + *runway shoulder* =  $60 + (2 \times 7.5) = 75$  meter.

Untuk mencegah salah pendaratan di bahu karena kondisi visual yang hampir sama dengan *runway*, dibutuhkan visual yang kontras antara keduanya baik dengan pemberian warna yang berbeda ataupun garis penanda *runway*.

#### 4.1.2. Taxiway

Sesuai dengan tabel di bawah, penentuan lebar *taxiway* ditentukan oleh kode huruf. Pesawat rencana A380 berdasarkan klasifikasi *ICAO Annex 14* memiliki kode huruf F sehingga termasuk penggolongan pesawat ke VI.

Tabel 4.3. Dimensi *Taxiway*

Dimensi Taxiway			
Code letter	Penggolongan Pesawat	Lebar Taxiway (m)	Jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi taxiway (m)
A	I	7.5	1.5
B	II	10.5	2.25
C	III	15 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
		18 <sup>b</sup>	4.5 <sup>b</sup>
		18 <sup>c</sup>	4.5
D	IV	23 <sup>d</sup>	
E	V	25	4.5
F	VI	30	4.5

Keterangan:

- Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan roda dasar kurang dari 18 m.
- Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan seperempat roda dasar lebih dari 18 m.
- Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan roda putaran kurang dari 9 m.
- Bila *taxiway* untuk pesawat dengan seperempat roda putaran lebih dari 9 m.

(Sumber : *SKEP/77/VI/2005*)

Sehingga didapat lebar *taxiway* adalah 30 meter dan jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi *taxiway* adalah 4.5 meter. Bila *taxiway curves* tak dapat dihindari (ada kelokan pada *taxiway*), radius kelokan harus disesuaikan dengan

kemampuan manuver pesawat dan kecepatan pesawat ketika berbelok harus dibatasi agar kecepatan rencana *taxiway* dapat dipenuhi.

## **4.2. Imaginary Surface**

### **4.2.1. Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP)**

*Obstacle limitation surface* atau KKOP direncanakan untuk mengurangi resiko kecelakaan dengan meletakkan ruang maya atau *imaginary surface* di sekitar *aerodrome* yang membatasi daerah sekitarnya dari halangan yang dapat mengganggu pesawat pada saat akan melakukan *take-off*, *landing* atau melakukan manuver di udara.

Menurut tabel 2.7 dan tabel 2.8 berdasarkan *ICAO Annex 14* dan karakteristik pesawat yang digunakan yaitu A380 maka desain Bandar Udara Juanda menggunakan *Precision Approach Category* dengan pesawat kategori 4F. Spesifikasi KKOP disesuaikan dengan ketentuan pada tabel 2.7 dan tabel 2.8, dengan uraian sebagai berikut:

#### **1. Conical Surface**

Adalah bidang yang diperluas ke samping dan ke atas dari batas *inner horizontal* dengan kemiringan 5% sampai

ketinggian 100 meter. Jarak mendarat *conical surface* adalah

$$X = \frac{100}{5\%} = 2000 \text{ meter}$$

## 2. *Inner Horizontal Surface*

Adalah bidang khayal horizontal setinggi 45 meter dari elevasi *aerodrome* yang ditinjau. Batas-batasnya dibuat dengan membuat lingkaran dengan jari-jari 4000 meter dari satu titik referensi *aerodrome*.

## 3. *Approach Surface*

Adalah kombinasi beberapa bidang miring yang dimulai dari ujung landasan (sampai jarak tertentu *threshold*) yang diperpanjang searah sumbu landasan dengan divergensi tertentu yang merupakan ruang udara untuk landing. Kombinasi tersebut terdiri dari jarak *threshold* 60 meter, panjang sisi bagian dalam 300 meter dan *divergence* tiap sisi 15% dengan bagian pertama memiliki panjang 3000 meter dan *slope* 2% dan bagian kedua memiliki panjang 3600 meter dan *slope* 2.50%.

## 4. *Inner Approach Surface*

Adalah bagian dari *approach surface* yang bersebelahan langsung dengan *threshold* dan berbentuk segi empat memanjang searah sumbu *runway* dengan ketentuan lebar 120



meter, jarak threshold 60 meter, panjang 900 meter dan *slope* 2%.

5. *Transitional Surface*

Adalah sebuah permukaan sepanjang sisi strip dan merupakan bagian dari sisi *approach surface* yang diperluas ke atas dan ke luar dengan kemiringan tertentu sampai berpotongan dengan *inner horizontal surface* yaitu dengan kemiringan 14.3%.

6. *Inner Transitional Surface*

Adalah bidang transisi permukaan yang berdekatan dengan *runway* dimana batas bawah adalah tepi bahu *runway*, memanjang sejajar sumbu *runway*. Salah satu ujungnya berbatasan dengan *inner approach* dan ujung lainnya berbatasan dengan *balked landing*. Batas atas adalah *inner horizontal surface* yaitu dengan kemiringan 33.3%.

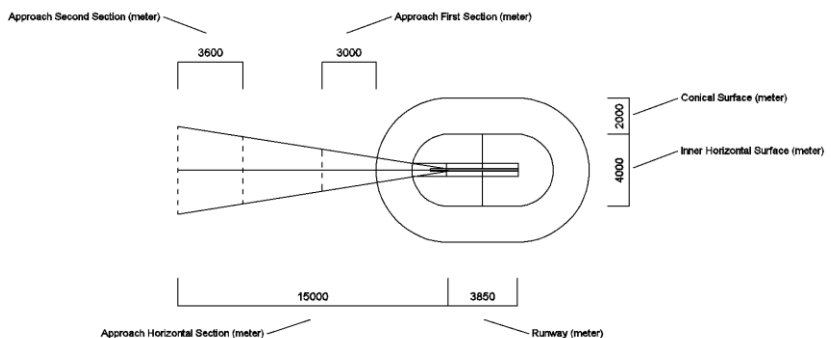
7. *Balked Landing Surface*

Adalah bidang miring yang terletak pada jarak tertentu dari *threshold* berbatasan dengan *inner transitional surface* yaitu dengan ketentuan panjang sisi bagian dalam 120 meter, jarak threshold 1800 meter, *divergence* tiap sisi 10%, *slope* 3.33%.

### 8. *Approach Runway*

Adalah bidang yang dimulai dari jarak tertentu yaitu dari ujung landasan lalu diperluas ke arah atas sampai jarak horizontal tertentu. Permukaan ini disediakan untuk melindungi sebuah pesawat yang sedang *Approach* dengan menunjukkan halangan mana yang harus dihilangkan jika memungkinkan, atau ditandai bila tidak mungkin untuk dihilangkan. Maka, untuk pesawat A380 dengan kode 4F, panjang sisi bagian dalam 300 meter, jarak dari ujung *runway* 60 meter, *divergence* tiap sisi 13%, panjang 15000 meter dan kemiringan 2%.

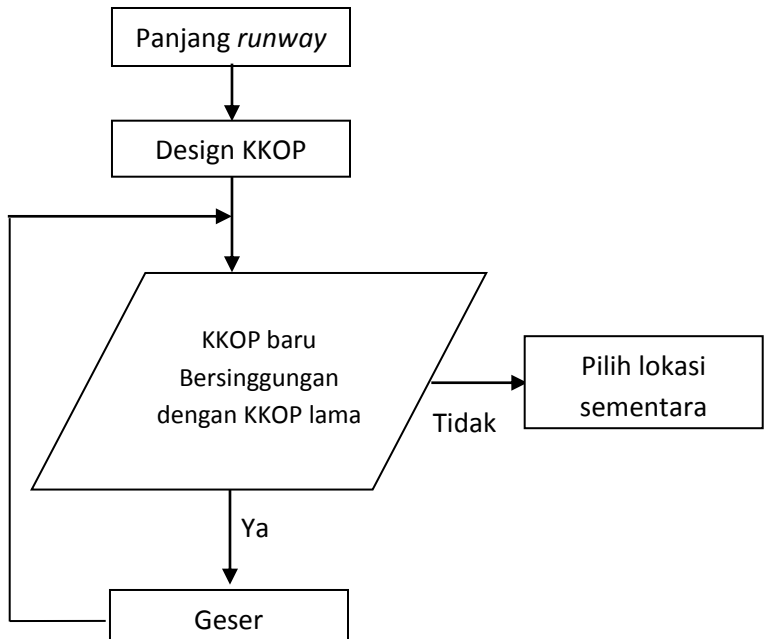
Berikut adalah hasil KKOP dari penentuan berdasarkan *ICAO Annex 14, 2014* :



Gambar 4.1. KKOP Sesuai Ketentuan *ICAO Annex 14, 2014*

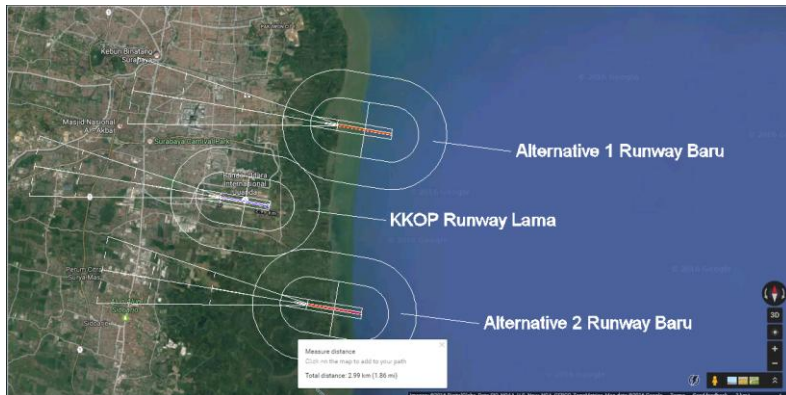
Dalam menentukan lokasi *runway* berdasarkan KKOP, batasan yang menyatakan bahwa penentuan lokasi tersebut aman adalah apabila didalam wilayah KKOP tidak terdapat objek yang melebihi batas tinggi dari setiap permukaan KKOP dan apabila KKOP dari *runway* lama tidak bersinggungan dengan KKOP dari *runway* baru yang sedang direncanakan.

Dengan perkiraan penempatan *runway* mengikuti langkah:



Gambar 4.2. *Flowchart* Perkiraan Penempatan *Runway* (KKOP)

Maka didapat gambar lokasi sementara sebagai berikut :



Gambar 4.3. Perkiraan Penempatan Runway Berdasarkan KKOP

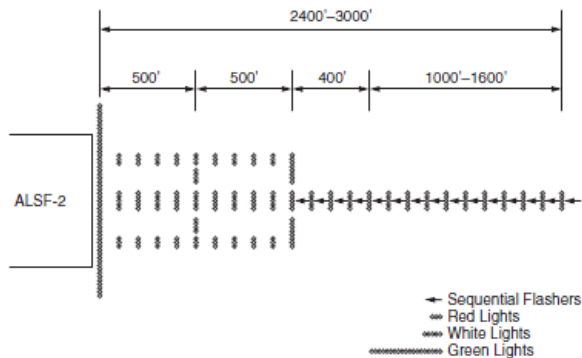
Untuk jarak antara *runway satu* dengan *runway lainnya* , dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Tergantung kepada tingkat ”ketergantungan” antara dua landasan dalam kondisi IFRLandasan sejajar berdekatan (Close) mempunyai jarak sumbu kesumbu 100 ft = 213 M (untuk lapangan terbang pesawat transport) sampai 3500 ft = 1067 M.
- Dalam kondisi IFR operasi penerbangan pada satu landasan tergantung kepada operasi pada landasan lain. Landasan sejajar menengah (Intermediate) mempunyai jarak sumbu kesumbu 3500 ft = 1067 M sampai 5000 ft = 1524 M.

- Dalam kondisi IFR kedatangan pada satu landasan tidak tergantung kepada keberangkatan pada landasan lain. Landasan sejajar jauh (far) mempunyai jarak sumbu kesumbu 4300ft = 1310 M atau lebih.
- Dalam kondisi IFR dua landasan dapat dioperasikan tanpa tergantung kepada keberangkatan satu sama lain .

#### 4.2.2. Approach Lighting

Adalah rambu penerangan untuk pendekatan yang dipasang pada perpanjangan landasan pacu berfungsi sebagai petunjuk kepada penerbang tentang posisi, arah pendaratan dan jarak terhadap ambang landasan pada saat pendaratan. Sistem konfigurasi yang akan digunakan adalah ALSF-2 dikarenakan intensitas jarak pandang di Bandara Juanda tidak buruk dan berikut contoh ALSF-2 :



Gambar 4.4. Approach Ligting ALSF-2

(Sumber : Horenjeff, 2010)

### 4.3. Kebisingan

#### 4.3.1. Perhitungan Kebisingan Pesawat

Pesawat yang digunakan bandara Juanda adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4. Daftar Pesawat Juanda

Aircraft	Family	Engine
A-319	A-320	<a href="#">IAE V2500 series</a>
A-320		<a href="#">CFM International CFM56-5 series</a>
B-732	B-737 Original	<a href="#">Pratt &amp; Whitney JT8D</a>
B-733	B-737 Classic	<a href="#">CFM International CFM56-3 series</a>
B-734		
B-735		
B-737	B-737 Next Generation	<a href="#">CFM International CFM56-7 series</a>
B-738		
B-739		

(Sumber : Bandara Juanda)

Dari mesin tiap pesawat, dapat dihitung kebisingan yang dikeluarkan. Untuk contoh perhitungan menentukan *decibel* (dB), yang digunakan adalah pesawat Family B-737 Original. Mesin jet B-737 Original (Pratt & Whitney JT8D) mengeluarkan bunyi 87.3 dB pada jarak 6500 meter = 21325.5 feet dari awal *takeoff roll* untuk takeoff dan mengeluarkan bunyi 91 dB pada jarak 2000 meter = 6561.68 feet dari *runway threshold* untuk *approach* yang didapat dari *FAA*.

Setelah mendapatkan sumber bunyi beserta jarak dari sumber bunyi yang didapat dari FAA, maka digunakan rumus perbandingan sebagai berikut :

*Sound Level L and Distance r :*

$$L_2 = L_1 - \left| 20 \times \log ( r_1 / r_2 ) \right|$$

Dimana :  $L_2$  = Sound Level (dB) dari jarak ( $r_2$ )

$L_1$  = Sound Level (dB) dari jarak ( $r_1$ )

$r_1$  = jarak dari sumber

$r_2$  = jarak sumber ke 2

Sumber :

<http://sengpielaudio.com/calculator-SoundAndDistance.htm>

Untuk menggunakan rumus diatas, selain memerlukan sumber bunyi awal dan jaraknya, diperlukan juga jarak lain untuk menentukan bunyi yang dihasilkan. Jarak tersebut dapat dicari dengan menghitung pergerakan pesawat saat *climb* dan *descent*, yaitu menghitung berdasarkan *IAS (Indicated Airspeed)* dan *ROC (Rate of Climb)* yang dapat dilihat pada contoh gambar 2.5. yang menunjukkan ketinggian yang dibutuhkan dengan jenis pesawat Family B-737 Original.

Setiap pesawat memiliki *IAS (Indicated Airspeed)* dan *ROC (Rate of Climb)* yang berbeda sehingga mempengaruhi jarak terbang setiap sesi *climb* dan *descent*.

Dalam contoh perhitungan menentukan jarak, digunakan pesawat B-737-200 (B-737 Original) yang mesinnya menghasilkan bunyi 87.3 dB pada jarak 6500 meter = 21325.5 feet dari awal *takeoff roll* untuk takeoff dan mengeluarkan bunyi 91 dB pada jarak 2000 meter = 6561.68 feet dari *runway threshold* untuk *approach* sebagai berikut :

- Sesi 1 ( *Initial Climb to 5000 ft* )

ROC = 1500 ft/min

Untuk mencapai 5000 ft, jadi  $\frac{5000}{1500} = 3.33$  min

IAS = 175 kts

Dirubah menjadi ft/min =  $175 \times 101.269 = 17722.08$  ft/min

Maka jarak sesi 1 adalah  $17722.08 \times 3.33 = 59073.58$  ft

- Sesi 2 ( *Climb to FL150* )

ROC = 1200 ft/min

Untuk mencapai 15000 ft dari 5000 ft, jadi  $\frac{15000 - 5000}{1200} = 8.33$

min

IAS = 250 kts

Dirubah menjadi ft/min =  $250 \times 101.269 = 25317.25$  ft/min

Maka jarak sesi 2 adalah  $25317.25 \times 8.33 = 210977.08$  ft

- Sesi 3 ( *Climb to FL240* )

ROC = 1000 ft/min



Untuk mencapai 24000 ft dari 15000 ft, jadi  $\frac{24000 - 15000}{1000} = 9$

min

IAS = 250 kts

Dirubah menjadi ft/min =  $250 \times 101.269 = 25317.25$  ft/min

Maka jarak sesi 3 adalah  $25317.25 \times 9 = 227855.25$  ft

- Sesi 4 (*Mach Climb*)

ROC = 500 ft/min

Untuk mencapai 37000 ft dari 24000 ft, jadi  $\frac{37000 - 24000}{500} = 26$

min

Mach = 0.68

Dirubah menjadi ft/min =  $0.68 \times 67519.7 = 45913.4$  ft/min

Maka jarak sesi 4 adalah  $45913.4 \times 26 = 1193748.30$  ft

- Sesi 5 (*Initial Descend*)

ROD = 800 ft/min

Untuk mencapai 24000 ft dari 37000 ft, jadi  $\frac{37000 - 24000}{800} =$

16.25 min

Mach = 0.7

Dirubah menjadi ft/min =  $0.7 \times 67519.7 = 47263.79$  ft/min

Maka jarak sesi 5 adalah  $47263.79 \times 16.25 = 768036.59$  ft

- Sesi 6 (*Descent*)

$$\text{ROD} = 3500 \text{ ft/min}$$

$$\text{Untuk mencapai } 10000 \text{ ft dari } 24000 \text{ ft, jadi } \frac{24000 - 10000}{500} = 4$$

min

$$\text{IAS} = 250 \text{ kts}$$

$$\text{Dirubah menjadi ft/min} = 250 \times 101.269 = 25317.25 \text{ ft/min}$$

$$\text{Maka jarak sesi 6 adalah } 25317.25 \times 4 = 101269 \text{ ft}$$

Setelah jarak tiap sesi didapat, dilanjutkan dengan rumus *Sound level L and Distant r* diatas, sehingga didapatkan dB untuk setiap jarak yang ada sebagai berikut :

- Sesi 1 dengan jarak 59073.58 ft, dengan menggunakan rumus *Sound Level L and Distance r* didapatkan :

$$L_2 = 87.3 - |20 \times \log ( 21325.5 / 59073.58 ) |$$

$$L_2 = 78.45 \text{ dB}$$

- Sesi 2 dengan jarak 210977.08 ft, dengan menggunakan rumus *Sound Level L and Distance r* didapatkan :

$$L_2 = 87.3 - |20 \times \log ( 21325.5 / 210977.08 ) |$$

$$L_2 = 67.39 \text{ dB}$$

- Sesi 3 dengan jarak 227855.25 ft, dengan menggunakan rumus

*Sound Level L and Distance r* didapatkan :

$$L_2 = 87.3 - | 20 \times \log ( 21325.5 / 227855.25 ) |$$

$$L_2 = 66.72 \text{ dB}$$

- Sesi 4 dengan jarak 1193748.30 ft, dengan menggunakan rumus *Sound Level L and Distance r* didapatkan :

$$L_2 = 87.3 - | 20 \times \log ( 21325.5 / 1193748.30 ) |$$

$$L_2 = 52.34 \text{ dB}$$

- Sesi 5 dengan jarak 768036.59 ft, dengan menggunakan rumus *Sound Level L and Distance r* didapatkan :

$$L_2 = 91 - | 20 \times \log ( 21325.5 / 768036.59 ) |$$

$$L_2 = 49.63 \text{ dB}$$

- Sesi 6 dengan jarak 101269 ft, dengan menggunakan rumus *Sound Level L and Distance r* didapatkan :

$$L_2 = 91 - | 20 \times \log ( 21325.5 / 59073.58 ) |$$

$$L_2 = 67.23 \text{ dB}$$

Berikut merupakan Tabel untuk hasil semua perhitungan setiap jenis pesawat :

Tabel 4.5. Sesi 1 *Climb to 5000 ft*

Tabel 1										

Tabel 4.6. Sesi 2 *Climb to 15000 ft*

Tabel 2										

Tabel 4.7. Sesi 3 *Climb to 24000 ft*

Tabel 3										

Tabel 4.8. Sesi 4 *Mach Climb*

Tabel 4										

Tabel 4.9. Sesi 5 *Initial Descent to 24000 ft*

Tabel 5										



Tabel 4.10. Sesi 6 *Descent to 10000 ft*

Tabel 6										

#### 4.3.2. Kontur Kebisingan

Dari perhitungan kebisingan pesawat, didapat hasil pesawat yang terbising *overall* adalah pesawat B-737-200 (B-737 *Original*) dengan data sebagai berikut :

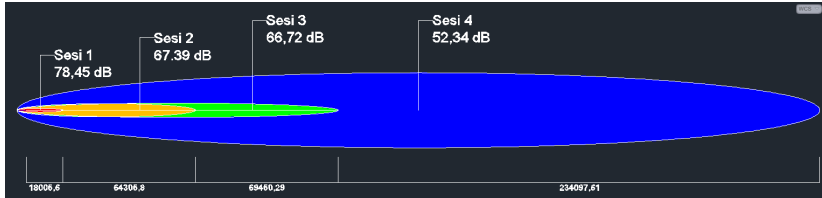
- Sesi 1 dengan jarak 59073.58 ft didapatkan = 78.45 dB
- Sesi 2 dengan jarak 210977.08 ft didapatkan = 67.39 dB
- Sesi 3 dengan jarak 227855.25 ft didapatkan = 66.72 dB
- Sesi 4 dengan jarak 1193748.30 ft didapatkan = 52.34 dB
- Sesi 5 dengan jarak 768036.59 ft didapatkan = 49.63 dB
- Sesi 6 dengan jarak 101269 ft didapatkan = 67.23 dB

Dengan menggunakan rumus perbandingan jarak terhadap dB yaitu ,  $r_2 = r_1 \times 10^{(|L_1 - L_2|/20)}$  maka dapat dicari lebar pada sesi 1 hingga sesi 6 dengan ketentuan yang didapat (lebar  $r_1 = 4400$  ft atau 1341.12 meter dengan bunyi  $L_1 = 75$  dB) sebagai berikut:

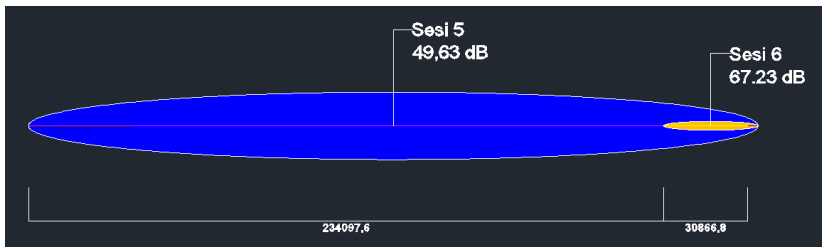
- Sesi 1 dengan bunyi ( $L_2$ ) = 78.45 dB  
maka lebar sesi 1 ( $r_2$ ) = 901.5 meter
- Sesi 2 dengan bunyi ( $L_2$ ) = 67.39 dB  
maka lebar sesi 2 ( $r_2$ ) = 3219.6 meter
- Sesi 3 dengan bunyi ( $L_2$ ) = 66.72 dB  
maka lebar sesi 3 ( $r_2$ ) = 3477.2 meter

- Sesi 4 dengan bunyi ( $L_2$ ) = 52.34 dB  
maka lebar sesi 4 ( $r_2$ ) = 18217.2 meter
- Sesi 5 dengan bunyi ( $L_2$ ) = 49.63 dB  
maka lebar sesi 5 ( $r_2$ ) = 24879.0 meter
- Sesi 6 dengan bunyi ( $L_2$ ) = 67.23 dB  
maka lebar sesi 6 ( $r_2$ ) = 3280.4 meter

Pada menentukan lebar kontur digunakan panduan dari bising pesawat 75 dB, yaitu dengan lebar total 4400 ft (2200 ft kiri dan 2200 ft kanan). Maka dengan menggunakan rumus perbandingan dB diatas bisa didapatkan lebar tiap sesi yang menghasilkan gambar sebagai berikut dibawah dengan satuan jarak dalam meter :

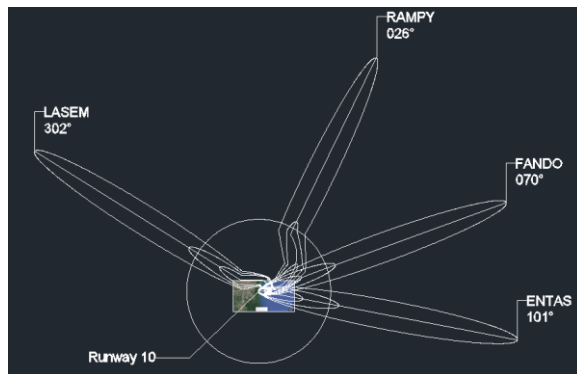


Gambar 4.5. Kontur Sesi 1, Sesi 2, Sesi 3 dan Sesi 4

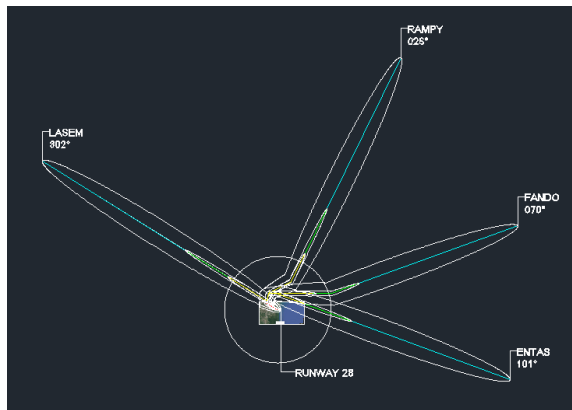


Gambar 4.6. Kontur Sesi 5 dan Sesi 6

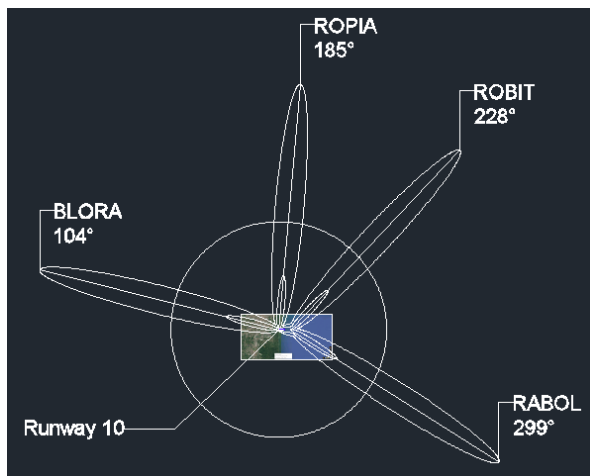
Setelah mendapatkan gambar tiap sesi, maka saatnya menggabungkan kontur tersebut kepada rute pesawat bandara juanda sesuai dengan posisi runway yang ditentukan dengan KKOP. Sehingga menjadi seperti berikut :



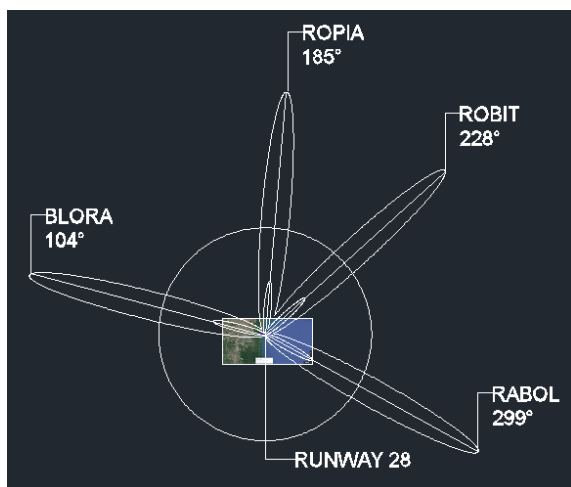
Gambar 4.7. Rute Kontur *Runway 10 Takeoff*



Gambar 4.8. Rute Kontur *Runway 28 Takeoff*

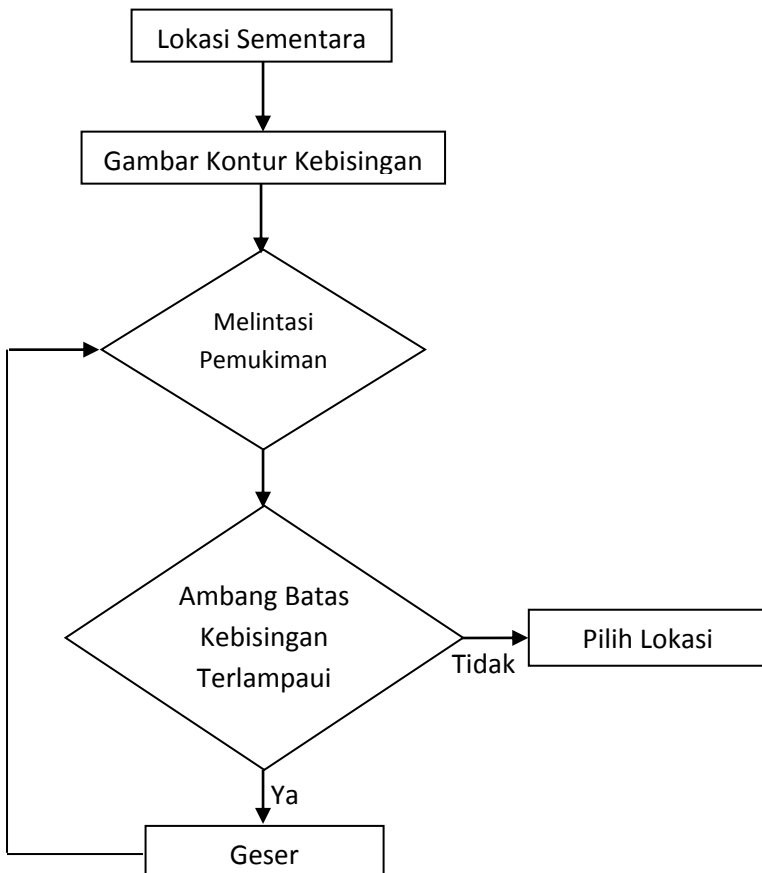


Gambar 4.9. Rute Kontur *Runway 10 Approach*



Gambar 4.10. Rute Kontur *Runway 28 Approach*

Maka dengan mengikuti langkah berikut akan didapat lokasi berdasarkan kontur kebisingan :

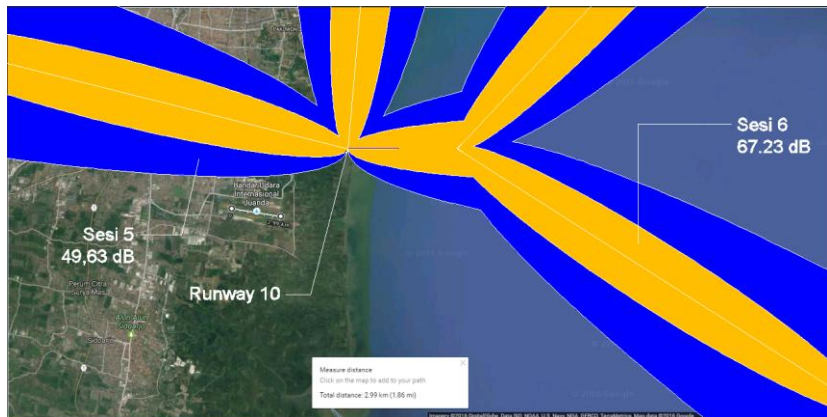


Gambar 4.11. *Flowchart* Perkiraan Penempatan *Runway* (Kontur Kebisingan)

Sehingga gambar yang didapat bila dilihat lebih dekat untuk melihat detail gambar adalah sebagai berikut :



Gambar 4.12. Kontur Kebisingan *Takeoff*



Gambar 4.13. Kontur Kebisingan *Approach*

Dalam menentukan posisi *runway* berdasarkan kontur kebisingan, batasan yang menyatakan bahwa penentuan lokasi tersebut aman adalah apabila didalam wilayah kontur kebisingan tidak terdapat

adanya bising yang melebihi batas ambang bising suatu habitat, terutama pada area pemukiman warga dimana terdapat banyak orang yang akan terganggu dengan bising yang dihasilkan sebuah pesawat.

Sehingga dengan hasil dari gambar kontur kebisingan yang didapat, area pemukiman yang berada di sekitar Bandara Juanda khususnya untuk *runway* 2 ini, mendapatkan kebisingan dari pesawat yang melewati pemukiman sebesar :

- Pada gambar 4.11. didapat area pemukiman terkena 52.34 dB dan bila dilihat pada peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.718/Men/Kes/Per/XI/1987 bahwa hasil kebisingan tersebut sudah memasuki angka aman untuk zona B, yaitu zona dengan Intensitas 45 – 55 dB (zona yang diperuntukkan bagi perumahan, tempat pendidikan dan rekreasi)
- Pada gambar 4.12. didapat area pemukiman terkena 49.63 dB dan bila dilihat pada peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.718/Men/Kes/Per/XI/1987 bahwa hasil kebisingan tersebut sudah memasuki angka aman untuk zona B, yaitu zona dengan Intensitas 45 – 55 dB (zona yang diperuntukkan bagi perumahan, tempat pendidikan dan rekreasi)

Setelah sudah memastikan posisi *runway* aman baik dalam KKOP maupun kontur kebisingan, maka bisa didapat lokasi pasti untuk *runway* baru berada di koordinat 7°20'57.8"S 112°51'05.7"E.



“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa yang diperoleh dari penentuan lokasi *runway* Bandara Juanda yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a) Pada penentuan panjang *runway*, dalam menentukan panjang suatu *runway* diperlukan pedoman yang sudah ada, sehingga didapat panjang *runway* baru sepanjang 3850 meter.
- b) Pada penentuan *runway* berdasarkan KKOP, dalam menentukan *runway* baru berdasarkan KKOP diperlukan wilayah KKOP lama agar tidak bertabrakan dengan yang baru sehingga dengan demikian penempatan *runway* baru berada di daerah dekat laut.
- c) Pada kasus perhitungan kebisingan pesawat A380 dengan pesawat B-737, yang perlu diperhatikan adalah mesin jet yang digunakan berbeda sehingga mempengaruhi kebisingan yang dihasilkan walaupun ukuran pesawat A380 lebih besar dari pesawat B-737. Sehingga kebisingan pesawat yang dipakai untuk menentukan *runway* adalah B-737-200 karena mesin jetnya yang terbising diantara jenis pesawat lain.
- d) Pada kasus penentuan *runway* berdasarkan kontur kebisingan setelah menentukan lokasi sementara (KKOP), kasus yang perlu diperhatikan adalah pada penentuan lokasi sementara setelah berdasarkan kontur kebisingan, jika lokasi sementara tersebut melewati ambang batas kebisingan untuk daerah warga maka perlu dilakukan penentuan ulang untuk lokasi sementara sampai 2 syarat tersebut terpenuhi dan untuk tugas akhir ini didapat lokasi *runway* berada di koordinat 7°20'57.8"S 112°51'05.7"E.

## 5.2. Saran

Untuk hasil yang didapatkan dari tugas akhir ini, bisa disarankan beberapa tindakan sebagai berikut :

- a) Pada penentuan penempatan *runway*, sebisa mungkin berdekatan dengan *runway* yang lainnya serta tidak mengganggu aksesibilitas yang ada di bandara.
- b) Untuk penentuan *runway* yang berdekatan dengan laut, bisa dilakukan reklamasi tanah yang diperlukan sesuai dengan panjang *runway*.
- c) Pada kontur kebisingan diharapkan berada pada posisi sesuai dengan penentuan kkp agar menghindari kecelakaan penerbangan serta kebisingan yang berada di sekitar pemukiman tidak melebihi ambang batas bising untuk wilayah pemukiman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ashford, Norman J., et al. 2011. **Airport Engineering : Planning, Design, and Development of 21st Century Airports – 4th ed.** New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- Departemen Perhubungan. 2005. **Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor : SKEP/77/VI/2005 Tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara.** Jakarta.
- Engine Alliance, 2015. “Mesin GP7200”. 1 Februari 2016.  
<URL:<http://www.enginealliance.com/gp7200.html>>
- Federal Aviation Administration. 2002. **Estimated Airplane Noise Levels In A-Weighted Decibels.** U.S. Department of Transportation.
- Horenjeff, Robert, et al. 2010. **Planning and Design of Airports – 5th ed.** United States: The McGraw – Hill Companies, Inc.
- International Civil Aviation Organization. 2004. **Aerodromes – Annex 14 : Volume 1 Aerodrome Design and Operations – 4th ed.** Chicago : ICAO.
- Rumus “*Sound and Distance*”. 10 Maret 2016  
<URL:<http://sengpielaudio.com/calculator-SoundAndDistance.htm>>
- Sanderson, Jeppesen. 2013. **Airport Information for WARR.** Jeppesen Sanderson, INC.
- Wikipedia. “Airbus A380”. 1 Februari 2016  
<URL:[https://id.wikipedia.org/wiki/Airbus\\_A380#Spesifikasi\\_pesawat](https://id.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#Spesifikasi_pesawat)>

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **LAMPIRAN**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Form AKI-TA-04  
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60115  
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Ir. Ervina Akudemari, M. Eng., Ph.D. Nurlisati Adh. Pratomoatungga, ST, M.Sc.
NAMA MAHASISWA	: DANA YETI EDIK
NRP	: 211102157
JUDUL TUGAS AKHIR	: Studi Pemetaan Lokasi Runway 2 Dengan Mempertimbangkan Kultur Kebisingan Bandara Juanda
TANGGAL PROPOSAL	: 21 Januari 2016
NO. SP/MMTA	: 023632

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	15-01-2016	Menentukan jenis pesawat untuk Runway 2	Menghitung panjang lebar runway 2	15
2.	18/1/2016	Mendapatkan panjang lebar runway 2 berdasarkan kategori pesawat	Menghitung panjang lebar runway 2 berdasarkan faktor kebisingan	18
3.	19/1/2016	Mendapatkan panjang lebar runway 2 dan menentukan kategori KROP	menentukan kategori KROP berdasarkan ICAO atau FAA	19
4.	24/1/2016	Mendapatkan kategori KROP dan menggambar gambaran untuk KROP pada AutoCAD	Menggambar KROP runway 2 pada AutoCAD	24
5.	7/2/2016	Mengcek gambar KROP dan posisi <del>runway</del> runway 2	Masuk ke bagian kebisingan pesawat dari analisis kebisingan tiap pesawat	7
6.	12/2/2016	Mendapatkan kebisingan pesawat (B777 - original, 5777 - class C, B737 - New generation)	Mendapatkan jarak climb dan landing dalam sesi	12
7.	22/2/2016	Mendapatkan jarak climb dan landing dalam sesi 1, 2, 3, 4, 5 dan 6	Menghitung kebisingan pesawat berdasarkan rumus perhitungan kebisingan dan jarak	22
8.	5/3/2016	Menghitung hasil perhitungan tiap pesawat	Pemasi perhitungan kebisingan tiap pesawat	5
9.	14/3/2016	Memeriksa hasil perhitungan tiap pesawat	Pemasi perhitungan kebisingan tiap pesawat	14
10.	19/3/2016	Memeriksa hasil perhitungan tiap pesawat	Pemasi dan menentukan pesawat dengan kebisingan paling tinggi	19
11.	22/3/2016	Membagikan dan gambaran untuk gambar <del>kebisingan</del> kebisingan	Menentukan lebar untuk kebisingan	22
12.	30/3/2016	Mendapatkan cara menggambar kontur lebar runway melalui AutoCAD		30



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## BIODATA PENULIS



Daviq Yepti Edik,

Penulis dilahirkan di Ciamis 23 Maret 1993, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Islam (Medan), SD Muhammadiyah (Cileungsi), SMP Negeri 9 (Jakarta Timur), SMA Negeri 58 (Jakarta Timur). Setelah lulus dari SMA Negeri 58 Jakarta Timur tahun 2011, Penulis mengikuti Ujian masuk Sarjana ITS dan diterima di Jurusan Sarjana I Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2011 dan terdaftar dengan NRP 3111100157.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”